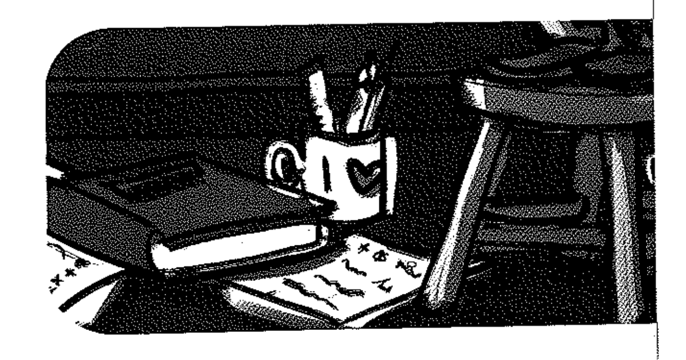
Cómo dividir un átomo

HAZEL RICHARDSON



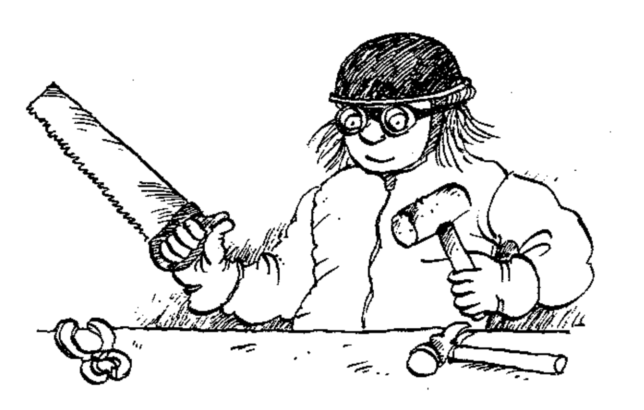


HAZEL RICHARDSON es escritora y científica especializada en genética.



HAZEL RICHARDSON

Ilustraciones de
SCOULAR ANDERSON





A Becky, Cathy y Sam, mis mejores amigos

COLECCIÓN DIRIGIDA POR CARLO FRABETTI

Título original: *How to Split the Atom*

Traducción de Joan Carles Guix

Cubierta de Escletxa

ISBN: 978-84-9754-324-8
Depósito legal: B-10.549/2008

Impreso en Hurope, S.L.
Lima, 3 bis – 08030 Barcelona

Impreso en España - Printed in Spain

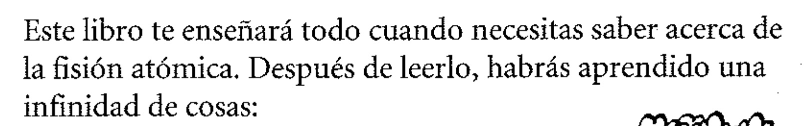


SUMARIO

INTRODUCCIÓN

CÓMO DIVIDIR UN ÁTOMO

Los átomos son cositas tan pequeñas que no puedes verlas, pero saber cómo se pueden fisionar (partir en dos) puede hacerte muy poderoso. El primer átomo se fisionó a principios del siglo XX, permitiendo a los científicos construir centrales de energía nuclear y bombas atómicas. La fisión atómica es muy excitante, pero extremadamente peligrosa.



Este libro te enseñará todo cuando necesitas saber acerca de la fisión atómica. Después de leerlo, habrás aprendido una infinidad de cosas:

- **Q**ué son los átomos
- **C**ómo sabemos que existen
- **D**e qué están formados los átomos
- **C**ómo se pueden fisionar
- **Q**ué ocurre cuando fisionas un átomo
- **D**ónde se pueden encontrar átomos para fisionarlos
- **C**ómo puedes protegerte de la radiación letal
- **L**os brillantes científicos que descubrieron la fisión atómica y sus trabajos.

CAPÍTULO 1

¿QUÉ SON LOS ÁTOMOS?

Nunca has visto un átomo, pero lo cierto es que los átomos son las cosas más importantes de tu vida. Todo está formado de átomos: tú, el suelo, el aire que respiras, las páginas de este libro, incluso el espacio. Los átomos son como minúsculas piezas de Lego (pero esféricas) que se pueden unir entre sí de mil maneras diferentes.

¿Qué tamaño tienen los átomos?

Los átomos son tan pequeños que podrían caber un millón de ellos en este punto y seguido. ¡Una pequeña mota de polvo contiene un trillón (1.000.000.000.000.000.000) de átomos!, y si los átomos de tu cuerpo fueran del tamaño de guisantes, serías tan grande que incluso podrías jugar a fútbol usando el Sol a modo de balón, eso sí, ¡con botas a prueba de calor!



Pero si los átomos son tan diminutos, ¿cómo sabemos que existen? Una buena pregunta que el hombre se ha venido formulando desde hace miles de años. Para comprenderlo, tendremos que retroceder alrededor de dos millones de años en el tiempo hasta Demócrito.

Los detectives atómicos

Primera parte: Antigua Grecia, alrededor del 400 a.C.

Y aquí estamos, en la Antigua Grecia, un lugar ideal para vivir... ¡si no eres un esclavo o una mujer! Los griegos tienen tantos esclavos que los más acaudalados no tienen absolutamente nada que hacer. Disponen de tanto tiempo libre como quieran para sentarse a vaguear, charlar, beber vino y pensar en el porqué de las cosas.



Uno de estos grupos de personas que no tienen demasiado trabajo se llaman a sí mismos «atomicistas». Su líder es Demócrito. Hoy están reflexionando acerca de la composición del universo.

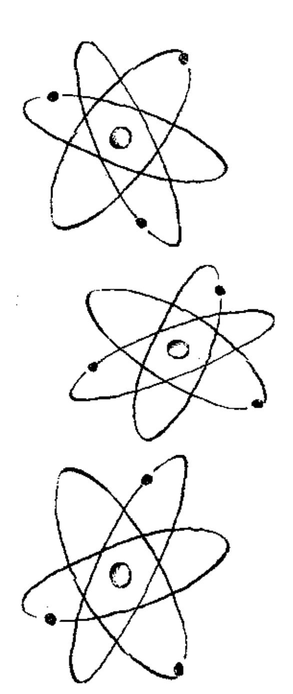




Y así fue como los átomos se llamaron... ¡átomos!

Ideas atómicas antiguas

Los atomicistas creían que todo estaba formado por pequeños átomos, de un tipo diferente para cada cosa. Había átomos de aire, átomos de queso, incluso átomos de persona. En parte tenían razón, pero en parte no. ¿Has visto muchos átomos de personas? La idea de Demócrito de cortar las cosas con un cuchillo también planteaba otros problemas:



Los átomos son tan pequeños que no serías capaz de ver lo que estás haciendo; no sabrías por dónde cortar.

Y al no poder ver lo que estás haciendo, nunca sabrías si has conseguido separar uno o no.

En cualquier caso, ningún cuchillo sería lo bastante fino para cortar un átomo. En realidad, cuando hubieras cortado todo el queso en los pedacitos más pequeñines posible, aún habría millones de átomos en cada uno de ellos.

Ante la imposibilidad de verificar su idea acerca de los átomos, Demócrito fue considerado un perfecto charlatán. Pero si saltamos dos mil años en el tiempo, encontraremos a dos científicos que lo cambiarán todo: Antoine Lavoisier y John Dalton.

Los detectives atómicos

Segunda parte: Francia, pocos años antes de la Revolución francesa de 1789

Éste es Antoine Lavoisier, que saltó a la fama en 1767 con innumerables y brillantes inventos, incluyendo un nuevo concepto de iluminación urbana y el yeso blanco. Poco después recibió una gran herencia y decidió convertirse en recaudador de impuestos. ¡Craso error! Los recaudadores eran muy odiados en toda Francia.

He venido a recaudar tus impuestos, campesino.

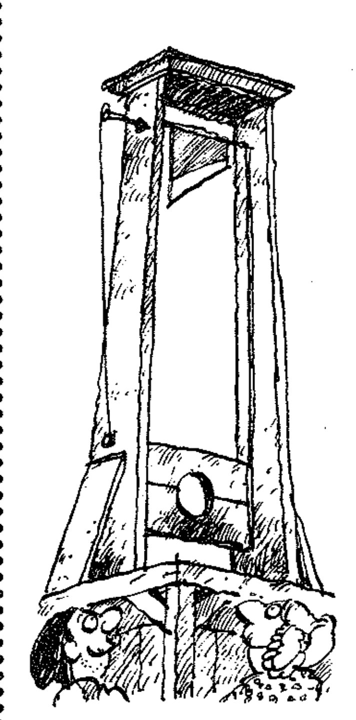
¡Ten cuidado Lavoisier! ¡Ya estamos hartos! ¡Pronto nos levantaremos en una sangrienta revolución y nos vengaremos!

En el transcurso de los veinticinco años siguientes, Lavoisier descubrió el uso de los tintes, la causa de la oxidación de los metales y la forma de transportar agua en los largos viajes marítimos. Luego, en 1775 concibió otra idea más ingeniosa si cabe.





Lavoisier escribió un librito acerca de los elementos y de cómo, en su opinión, podrían formar todas las cosas. Hubiera sido un libro largo, pero algo sucedió: la Revolución.



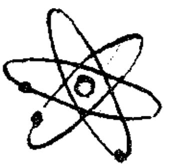
Finalmente, los campesinos franceses decidieron que ya habían tenido suficiente e iniciaron la revuelta. Se construyeron guillotinas en París y las cabezas empezaron a rodar. Primero las de la realeza y la aristocracia, y poco después las de los «enemigos de Francia», es decir, cualquier persona impopular entre los revolucionarios. Lavoisier corría peligro. Era recaudador de impuestos, y por si fuera poco, uno de sus peores enemigos, Jean-Paul Marat, era miembro del gobierno revolucionario.



El pobre Lavoisier fue llevado ante los tribunales y encontrado culpable. (¡Qué causalidad!) Le dijeron al juez que Lavoisier no era sólo un vulgar recaudador, sino también un importante científico, a lo que el juez replicó: «La República francesa no necesita científicos». Y fue así como, poco después, su cabeza fue a parar a un cesto de mimbre junto con las de otros 30 recaudadores de impuestos.

Descubriendo elementos

La idea moderna de los elementos fue concebida por el químico inglés Robert Boyle en el siglo XVII. Los elementos, decía Boyle, eran sustancias químicas formadas por un solo tipo de átomos, y en consecuencia, imposibles de descomponer en nada más. Una buena idea, sin lugar a dudas, y además correcta, aunque el problema era que nadie sabía a ciencia cierta qué cosas eran elementos y cuáles no. Los investigadores sabían que el oro, el hierro y el plomo eran elementos, pero que también lo eran mezclas tales como el aire. Algunos de ellos creían que los elementos consistían en un solo tipo de átomo, pero no podían demostrarlo. Incluso Isaac Newton, célebre por haber descubierto la gravedad, estaba convencido de que las cosas estaban formadas por átomos, y dedujo su capacidad de rebote y sus movimientos. Si un gran científico como él era incapaz de probar la existencia de los átomos, ¿cómo podían hacerlo los demás?





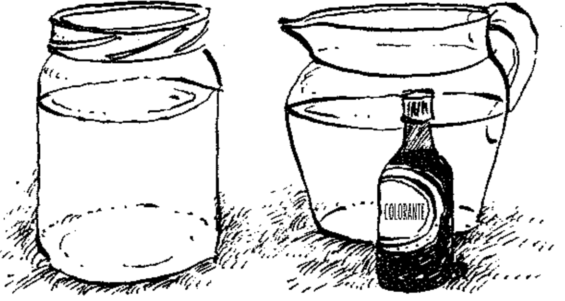
Sé un científico nuclear
MIRA CÓMO SE MUEVEN LOS ÁTOMOS

Los grupos de átomos unidos por enlaces se llaman «moléculas», y con este sencillo experimento (¡agua y colorante!) podrás observar cómo se mueven.

MATERIAL NECESARIO

- jarra o vaso de cristal
- agua
- colorante alimentario (cualquier color vale)





PROCEDIMIENTO

1 Echa un poco de agua en la jarra o en el vaso.
2 Añade unas cuantas gotitas de colorante alimentario.
3 Observa lo que sucede.



¿QUÉ OCURRE?

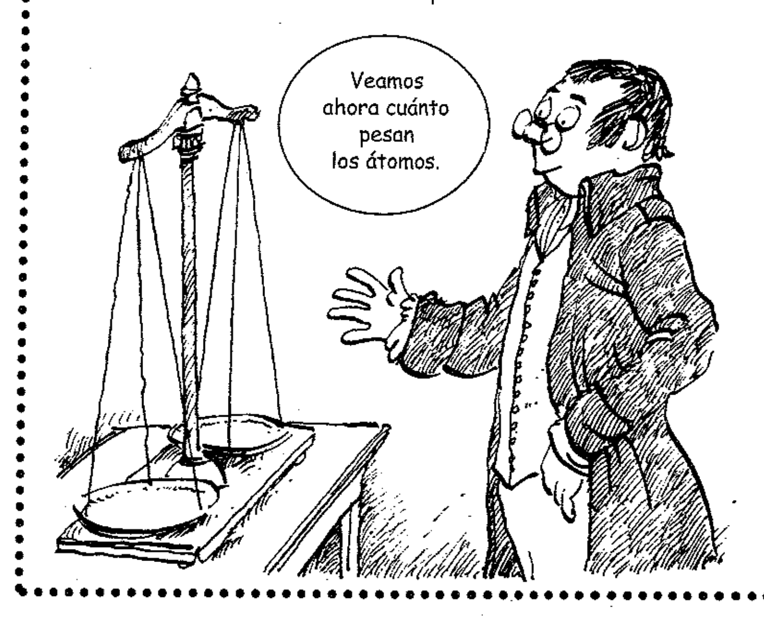
Las moléculas en el colorante se desplazan en el agua, y a medida que se dispersan, el color se extiende hasta colorear toda el agua. Las moléculas se mueven sin impulso exterior.

Los detectives atómicos
Tercera parte: Inglaterra, principios del siglo XIX

Aquí está nuestro buen amigo John Dalton, un chico poco corriente y consagrado a la ciencia. ¡Incluso empezó a enseñar cuando apenas contaba con 12 años!



En 1803 concibió una idea extraordinaria: los elementos estaban formados por átomos sólidos y duros, es decir, exactamente lo mismo que había anunciado Demócrito miles de años antes. Pero Dalton fue un poco más allá.



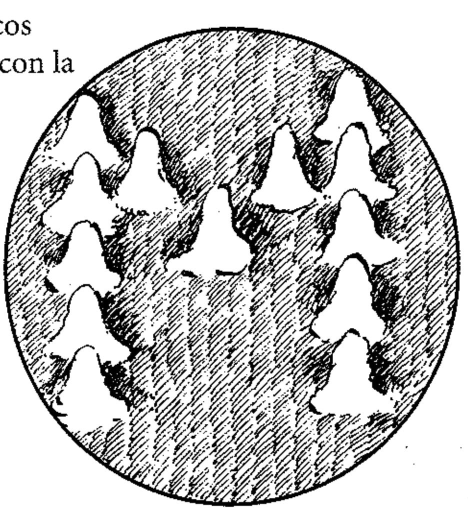
(Como es natural, Dalton no podía pesar átomos, pero consiguió calcular el peso del *mismo número* de átomos de diferentes elementos.)

Sus investigaciones en relación con el peso atómico eran muy acertadas, pero se equivocó completamente en otras cosas. Así, por ejemplo, pensaba que sólo los átomos de distintos elementos podían unirse. Ahora sabemos que los de un mismo elemento también tienen esta propiedad.

Los trabajos de Dalton convencieron a algunos científicos a aceptar la teoría atómica. Otros, en cambio, aseguraban que era una porquería sin el menor valor, ¡y eso a principios ya del siglo XX! Incluso el famoso investigador Ernst Mach (cuyo nombre tal vez asocies a los vuelos supersónicos) no creía en los átomos. Según decía, «los átomos son invisibles; son cosas de la imaginación».

Ver es creer

Hoy en día, los científicos pueden ver los átomos con la ayuda de microscopios tan potentes que aparecen en forma de diminutas esferas unidas por enlaces. Las primeras fotografías de átomos se tomaron en 1970. ¡Ahora ya sabemos que existen!



ÁTOMOS, MOLÉCULAS, ELEMENTOS Y COMPUESTOS

Así pues, sabemos que un átomo es la parte más pequeña de las cosas y que diferentes tipos de átomos se pueden unir entre sí para formar otras. Pero ¿cuántos átomos diferentes hay?

En el universo hay 92 tipos de átomos, en estado natural, cada uno con su propio nombre (plata, carbono, etc.) y un símbolo químico abreviado (el carbono, por ejemplo, es C). Jons Berzelius enunció los símbolos en el siglo XIX.



Los investigadores también han creado nuevos átomos para poder así averiguar qué tamaño tendría el más grande. Algunos de ellos sólo existen durante una centésima de segundo antes de dividirse.





Sé un científico nuclear
EL NOMBRE DE LOS ÁTOMOS

Cuando los científicos crean un nuevo átomo, lo bautizan. Todos los nuevos átomos terminan en «io», como por ejemplo «plutonio». ¿Serías capaz de adivinar el nombre de estos tres átomos a partir de esta premisa?

- Átomo n° 96 Su nombre se debe a la famosa investigadora que descubrió el radio, Marie Curie.
- Átomo n° 98 En honor de un soleado Estado en la costa Oeste de Estados Unidos.
- Átomo n° 99 Su nombre honra al científico más famoso de toda la historia (dijo: «$E = mc^2$»).

Y ahora, ¿podrías adivinar el símbolo atómico correspondiente a los elementos siguientes?

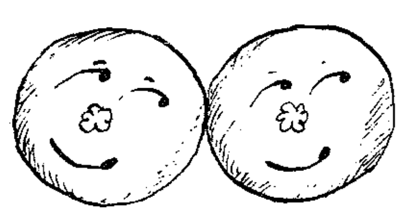
Hidrógeno	¿H o Hg?	Plata	¿SI o Ag?
Sodio	¿Na o S?	Cloro	¿Cl o C?
Oro	¿Ge o Au?	Potasio	¿K o P?

Respuesta: curio, californio y einstenio.
Los símbolos correctos son: H, Ag, Na, Cl, Au y K

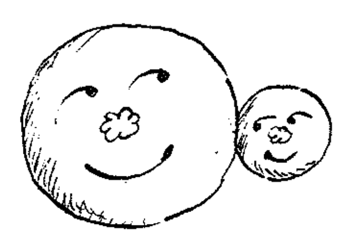
¡Nuestros amigos los átomos!



A la mayoría de los átomos no les gusta la soledad, de manera que se unen a otros, en ocasiones idénticos a ellos. Los materiales formados por un solo tipo de átomo se denominan «elementos».



Otras veces prefieren unirse a átomos de un tipo diferente.



Cuando átomos de tipos diferentes se unen, forman materiales llamados «compuestos».

¡Elemental mi querido Watson!

Como ya hemos dicho, los elementos están formados por un solo tipo de átomos. Así, por ejemplo, el oro y la plata son elementos. El oro consta sólo de átomos de oro, y la plata, de átomos de plata.

¡El *Salón de la Fama* de los elementos!

ORO

Es, sin duda alguna, uno de los elementos más famosos. Se ha utilizado para la confección de joyería y la decoración de palacios en las antiguas civilizaciones. Tiene un color realmente atractivo y nunca se oxida ni pierde su brillo. Es un elemento raro y caro, y a lo largo de la historia ha sido muy codiciado. Una de las personas más exageradas en su codicia fue el legendario rey Midas. Los dioses le concedieron el don de ver cumplido un deseo, e inmediatamente pidió que todo cuanto tocase se transformara en oro. ¡Menudo error, oiga! Estaba convencido de que iba a convertirse en el hombre más rico del mundo, pero por desgracia también él se convirtió en oro. Murió de hambre y sed. ¡Incluso su hija quedó convertida en una hermosa estatua de oro!



OXÍGENO



El oxígeno es un elemento primordial. Pero ¿hasta qué punto? ¡Sin oxígeno no existirías! En condiciones normales, el oxígeno es un gas, pero puede transformarse en líquido a temperaturas extremadamente bajas. Los animales, incluidos los humanos, respiran oxígeno y lo utilizan para absorber energía de los alimentos. De no haber sido por las plantas, el oxígeno se habría agotado hace millones de años. En efecto, las plantas usan dióxido de carbono (un gas compuesto de átomos de oxígeno y átomos de carbono) para nutrirse. Toman los átomos de carbono y expulsan el oxígeno. Una razón más para conservar las selvas ecuatoriales.

CLORO

Es un elemento extraño y apestoso. Se trata de un raro gas verdoso, tóxico para los gérmenes que se emplea en la limpieza de las piscinas para evitar el contagio de potenciales enfermedades de otros bañistas. ¡Lástima que al salir, huelas a desinfectante!



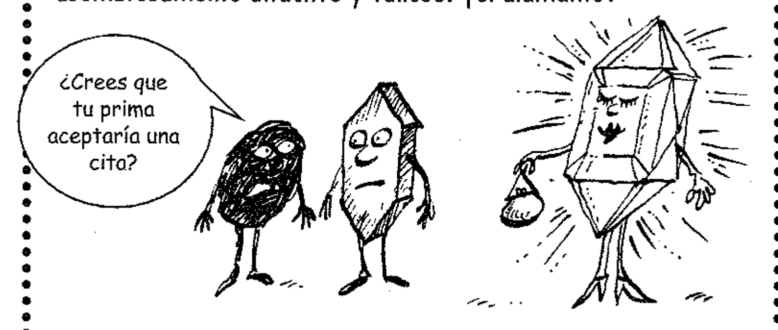
MERCURIO

Es uno de los elementos más curiosos. ¡Es escurridizo! Si en alguna ocasión se te ha roto un termómetro de mercurio (¡ni se te ocurra tocarlo; es extremadamente venenoso!), habrás observado que forma divertidas y saltarinas gotitas.



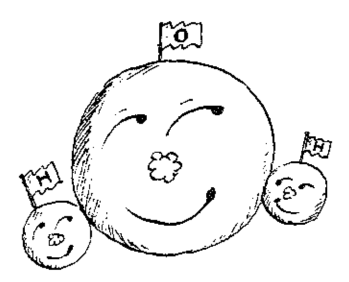
CARBONO

El carbono es otro elemento indispensable para vivir. Todo en la Tierra es una forma de vida basada en el carbono, lo cual quiere decir que todos los seres vivos en este planeta (¡y tal vez en otros también!) usan el carbono a modo de piedra angular. Es un elemento realmente extraño. Puede adoptar la forma de carbonilla en la tostada, de la pizarra que no arde en la barbacoa o del grafito del lápiz, y otras veces resultar asombrosamente atractivo y valioso: ¡el diamante!



¡Qué monada de compuestos!

En ocasiones los átomos son más felices cuando viven en grupo. El compuesto más importante en la Tierra es el agua, formada por átomos de oxígeno unidos a átomos de hidrógeno.



Dos átomos de hidrógeno se unen a uno de oxígeno para formar una molécula de agua. Los científicos describen la molécula de agua como H_2O, donde H es el símbolo del hidrógeno, y O el del oxígeno. ¿Comprendes ahora por qué los químicos utilizan símbolos en lugar de nombres para los átomos? ¡Sería una verdadera lata tener que escribir cada vez: «2 átomos de hidrógeno y 1 átomo de oxígeno»!

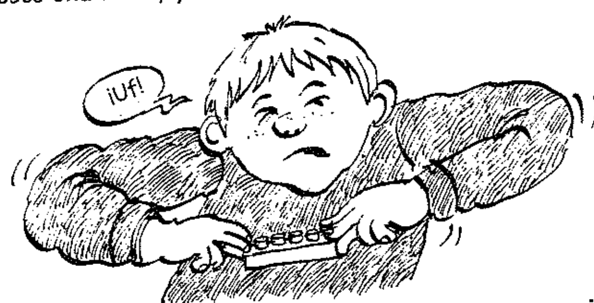




Sé un científico nuclear

FISIONA UNA MOLÉCULA DE AGUA

Las moléculas son más fáciles de fisionar que los átomos. Imagina que las piezas de Lego son átomos. Une dos piezas de color rojo con una de color azul simulando una molécula de agua. Ahora trata de separarlas. ¡Fácil! No hace falta ser un fortachón para conseguirlo. Pero ¿serías capaz de dividir con la misma facilidad una sola pieza? Probablemente no, a menos que uses una sierra, y aun así te resultaría difícil.



Si tomamos un poco de agua y le suministramos un poquito de energía, separaremos muy fácilmente el oxígeno y el hidrógeno. Y dado que ambos son gases, podemos ver lo que ocurre. Por cierto, la energía para fisionar el agua la obtendremos de la electricidad.

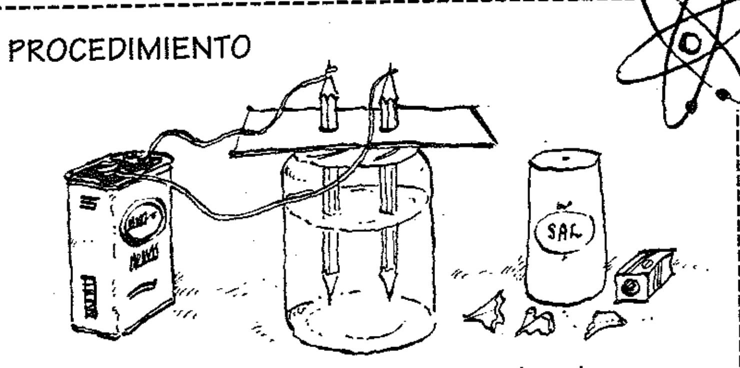
MATERIAL NECESARIO



- jarra o tarro de cristal
- sal
- cartulina para colocar sobre la jarra o el tarro
- 2 lápices
- sacapuntas
- pila
- hilo de cobre



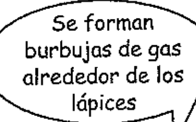
PROCEDIMIENTO



1 Llena de agua la jarra o el tarro de cristal y echa un poco de sal.
2 Afila los lápices por los dos extremos.
3 Ensarta los lápices en la cartulina y equilíbralos sobre la jarra, asegurándote de que las puntas están sumergidas.
4 Conecta una pila a los extremos superiores de los lápices con un hilo de cobre.

¿QUÉ OCURRE?









¿Esperabas una explosión? Pues no, siento decepcionarte. Se forman burbujitas de gas alrededor de los lápices en el agua: oxígeno en uno e hidrógeno en el otro. ¡Acabas de separar las moléculas de agua en sus dos elementos!



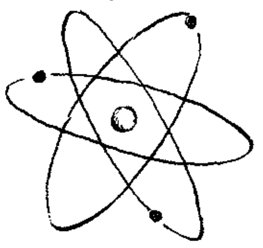
¡A fisionar!

Así pues, las moléculas se pueden separar en los átomos que las componen. Pero ¿cómo se pueden fisionar los átomos?

A principios del siglo XX se creía que los átomos eran indivisibles.



Pero muy pronto los científicos no tuvieron otro remedio que empezar a tragarse sus palabras pues, como sabemos en la actualidad, los átomos se pueden descomponer en partículas aún más pequeñas si cabe...

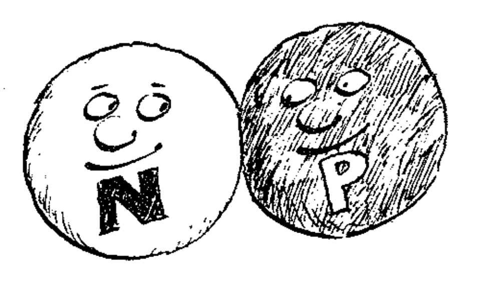


CAPÍTULO 3

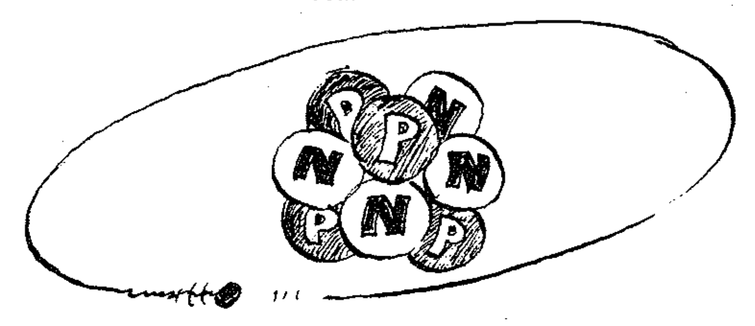
EN LAS PROFUNDIDADES DEL ÁTOMO

Los átomos están formados por tres partículas increíblemente pequeñas: «protones», «neutrones» y «electrones».

Aquí tenemos un protón y un neutrón. Son minúsculas esferas del mismo tamaño situadas en el centro del átomo: el «núcleo».

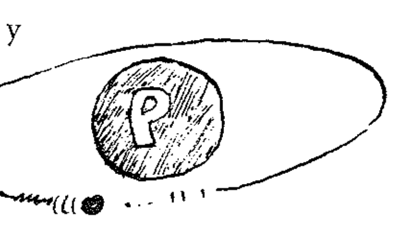


Los electrones, por su parte, son 1.800 veces más ligeros que los protones y los neutrones, y giran a tal velocidad alrededor del núcleo, que son prácticamente indetectables; forman una órbita borrosa.



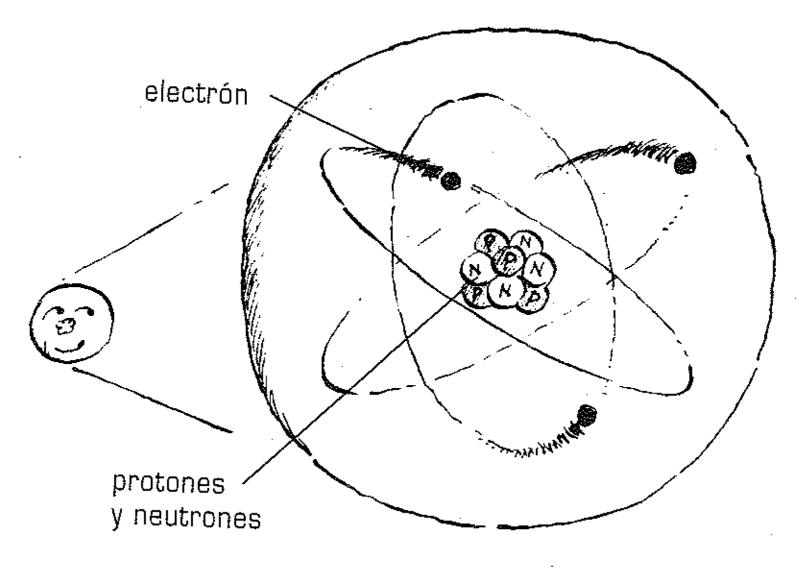
Cada tipo de átomo tiene un número diferente de protones, neutrones y electrones. Por ejemplo, los átomos del oro tienen más que los de la plata. Ésta es la única diferencia entre estos dos elementos.

A mayor cantidad de protones y neutrones, más pesado es el átomo. EL más ligero es el hidrógeno, que sólo tiene un protón y un electrón.



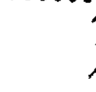
¿Qué aspecto tienen los átomos? ....

Si observamos en primer plano un átomo, veremos cómo están dispuestos los protones, neutrones y electrones.

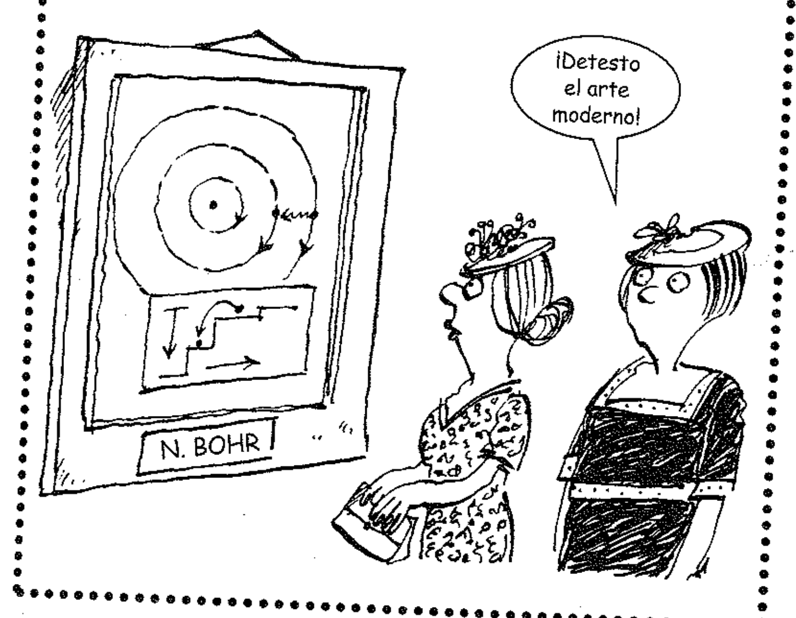


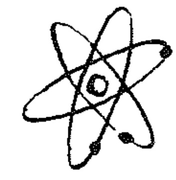
El núcleo, en el centro del átomo, mantiene unidas las demás partículas. Los electrones se desplazan aceleradamente alrededor del núcleo siguiendo trayectorias llamadas «órbitas». Si los átomos fueran lo bastante grandes para poder apreciarlos a simple vista, los veloces electrones les conferirían el aspecto de bolas difusas.

Primeras impresiones



El primer científico que concibió esta idea acerca del aspecto de los átomos fue Niels Bohr, un investigador danés que ganó el Premio Nobel de Física en 1922 por una representación del átomo parecida a ésta.



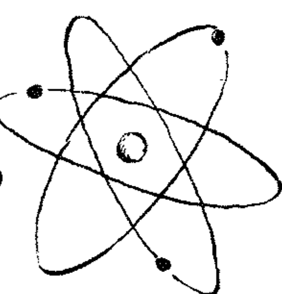


Sé un científico nuclear
CONSTRUYE UNA HÉLICE DE ELECTRONES

Puedes hacerte una idea aproximada de la velocidad de rotación de los electrones construyendo esta hélice.

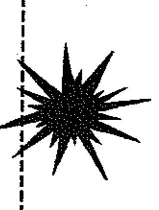
MATERIAL NECESARIO

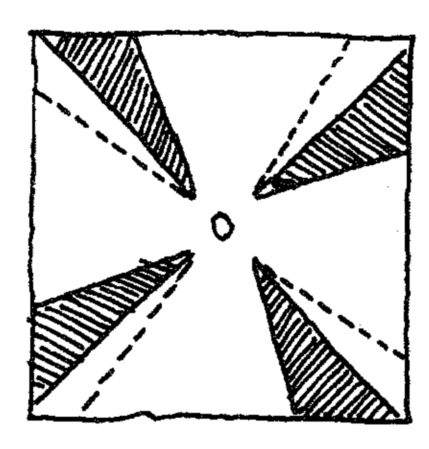
- cartulina
- tijeras
- lápiz
- pajita de refresco de plástico
- plastilina



PROCEDIMIENTO

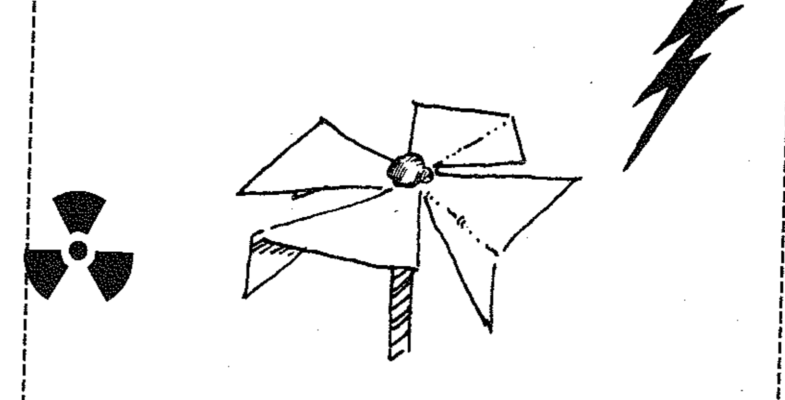
1 Copia el dibujo inferior en la cartulina. (Si tienes papel de calco, te resultará más fácil.)





2 Recorta la figura siguiendo las líneas continuas.

3 Dobla la cartulina por las líneas de puntos.



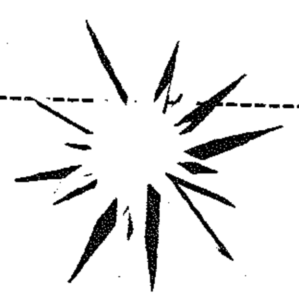
4 Ahora, con la punta de las tijeras, practica un orificio en el centro exacto de la cartulina.

5 Ensarta la pajita por el orificio y sujétala con una bolita de plastilina.

6 Ahora haz girar la pajita.

¿QUÉ OCURRE?

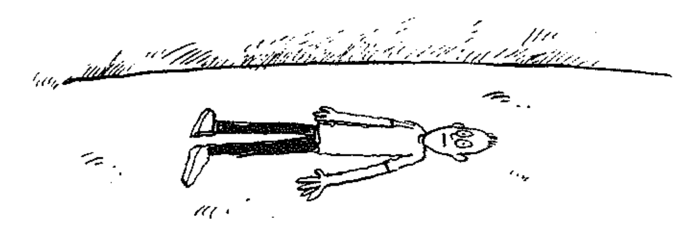
Si haces girar lentamente la hélice, distinguirás el movimiento de cada pala; si lo haces deprisa, las líneas se emborronarán; y si le confieres la máxima velocidad, despegará, volará por la habitación y dará la impresión de círculo sólido. (¡Procura que no haya nadie cerca al lanzar la hélice!)



¿Qué mantiene a los electrones orbitando alrededor del núcleo?

¡Compleja pregunta! Piensa en el Sistema Solar. Los planetas se mueven alrededor del Sol describiendo una elipse a causa de una fuerza invisible llamada «gravedad», que los atrae. La Tierra tiene gravedad y, en consecuencia, atrae todas las cosas hacia su núcleo. Lo cual, dicho sea de paso, no está nada mal, ya que de lo contrario flotarías en el espacio.

Pero si la Tierra tuviera demasiada gravedad, te atraería con tanta fuerza que te aplastaría contra el suelo. ¡Fatal!



Los átomos funcionan de un modo similar, aunque no es la gravedad lo que mantiene en órbita a los electrones. Hay otra fuerza llamada «atracción electromagnética».

¿Complicado? No te preocupes, porque en realidad es muy simple. Haremos un experimento con imanes.



Sé un científico nuclear ¡SIENTE LA FUERZA!

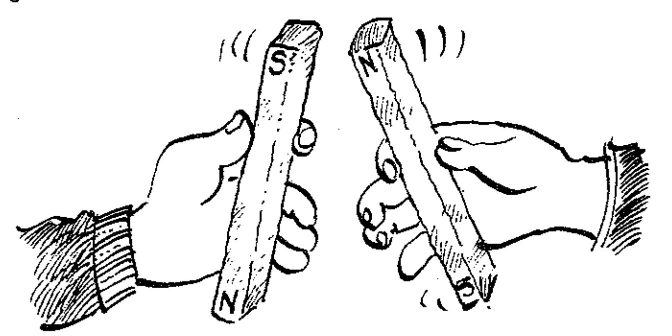
MATERIAL NECESARIO

- 2 imanes de barra

PROCEDIMIENTO

Cada extremo del imán corresponde a un «polo». Uno es el polo norte (positivo, o «+»), y otro el polo sur (negativo, o «—»).

Aproxima el polo positivo de un imán al polo negativo del otro. ¿Qué sucede?



¿QUÉ OCURRE?

Los imanes se unen rápidamente, ya que los polos opuestos se atraen.



El poder de los protones

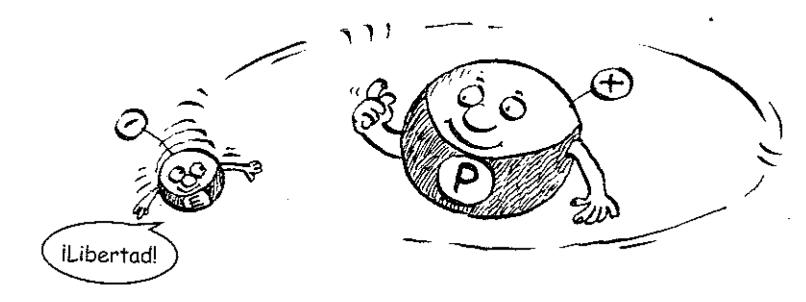
¿Recuerdas el grupo de neutrones y protones en el núcleo situado en el centro del átomo? Pues bien, olvidémonos ahora de los neutrones y centremos nuestra atención en un protón.

Los protones tienen una carga eléctrica positiva, diferente de los polos magnéticos con los que acabamos de experimentar, pero en cierto modo similar.

Por su parte, la carga eléctrica de los electrones es negativa. De manera que, al igual que los polos opuestos de los imanes se atraen, los electrones también atraen a los protones, aunque no con tanta fuerza como para que penetren en el núcleo.

¿Pueden escapar los electrones? ....

La fuerza que mantiene a los electrones en sus órbitas no es muy poderosa, lo cual significa que pueden escapar del área de influencia del átomo si interviene una energía suficiente. Es algo así como impulsar un cohete con la suficiente energía para que abandone la órbita terrestre y vuele al espacio.



Cuando los electrones escapan de un átomo, pueden entrar en el campo de fuerza de otro, confiriéndole una carga eléctrica negativa.

Apuesto a que no sabes por qué la electricidad se llama precisamente así, «electricidad». ¿Crees que podría estar relacionado con los electrones? ¡Pues sí! La electricidad no es sino un enorme caudal de electrones circulando de un lugar a otro. Veamos cómo se descubrió.

Un descubrimiento electrizante

El hombre sabía de la existencia de la electricidad desde hace miles de años, pero no cuál era su causa. Entonces, en 1895, un científico llamado J. J. Thomson dio con la respuesta. Thomson era torpe y patoso por naturaleza, y sus ayudantes procuraban que no tocara el equipo experimental... ¡siempre lo rompía!



J. J. descubrió que la electricidad era una corriente de pequeñas partículas que se movían de un lugar a otro. A estas partículas las llamó «electrones». Asimismo descubrió que los electrones eran 2.000 veces más pequeños que el más pequeño de los átomos (hidrógeno). Aquello desconcertó a los investigadores. Si había algo más pequeño que un átomo, ¿podían los átomos estar formados por otras partículas?

Sé un científico nuclear
HAZ MOVER LOS ELECTRONES

Es muy fácil crear un tipo de electricidad llamada «estática» si haces que los electrones se desplacen de un objeto a otro.



MATERIAL NECESARIO

- pedacitos de papel higiénico
- globo
- paño quitapolvo

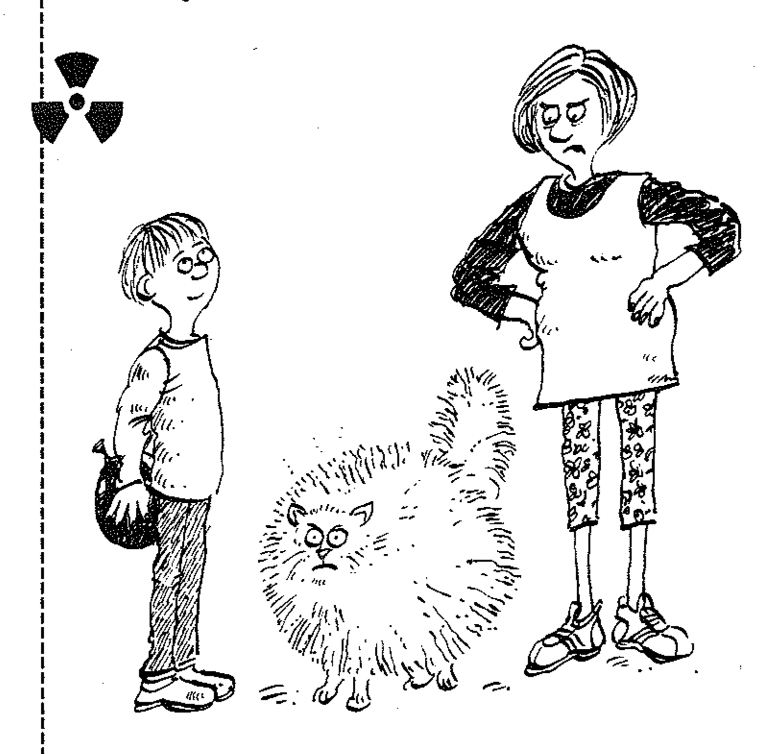
PROCEDIMIENTO

1 Rasga una trozo de papel higiénico en pequeños pedacitos.
2 Infla el globo y anúdalo.
3 Aproxima el globo a los papelitos e intenta recogerlos. (¿No?)
4 Ahora frota enérgicamente el globo con el paño. (¡No tan fuerte! ¡Lo harás estallar!)
5 Aproxima de nuevo el globo a los pedacitos de papel.

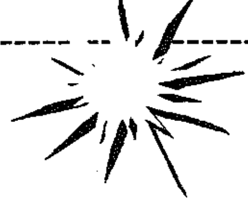
¿QUÉ OCURRE?

Al frotar el globo se carga de los electrones del paño, adquiriendo una pequeña carga eléctrica. Esta carga atrae el papel.

Puedes sustituir el paño por cualquier cosa blanda y esponjosa. Funciona igual.



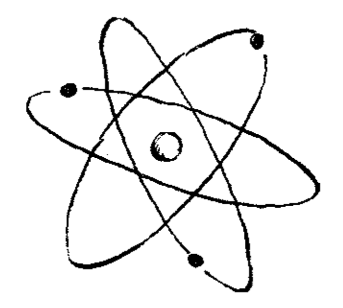
Los antiguos griegos (¡sí, otra vez los griegos!) fueron los primeros en descubrir las propiedades de la electricidad estática.



¡Duro de roer! ....

Así pues, ¡has conseguido mover los electrones de un átomo! Pero, ¿quiere esto decir que lo has fisionado?

Francamente, no. ¡Sería demasiado fácil! Los electrones son sólo una pequeñísima parte del átomo. Para fisionar un átomo hay que abrir el núcleo.



CAPÍTULO 4

RADIACTIVIDAD

Los electrones son tan pequeños y ligeros que la mayor parte de un átomo reside en el núcleo. Para fisionar un átomo, el objetivo será, pues, el núcleo. Durante la fisión atómica, cada mitad del núcleo absorbe unos cuantos electrones, formando así dos átomos completamente nuevos.

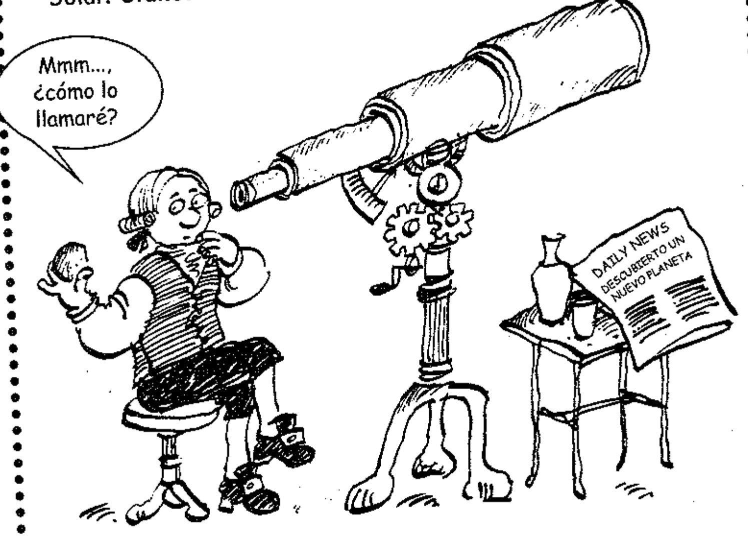


Sabemos de la existencia del núcleo gracias a una asombrosa y peligrosísima propiedad atómica: la «radiactividad». Volvamos al pasado.

En busca de la radiactividad

Primera parte: Alemania, 1789

Este científico se llama Martin Klaproth, y parece asombrado tras haber descubierto un nuevo elemento. Asimismo, recientemente se ha descubierto otro planeta del Sistema Solar: Urano.



¿Cómo crees que bautizará a su nuevo elemento?

- A Klaprothium
- B Martinium
- C Uranio

Respuesta: Lo llamará Uranio.

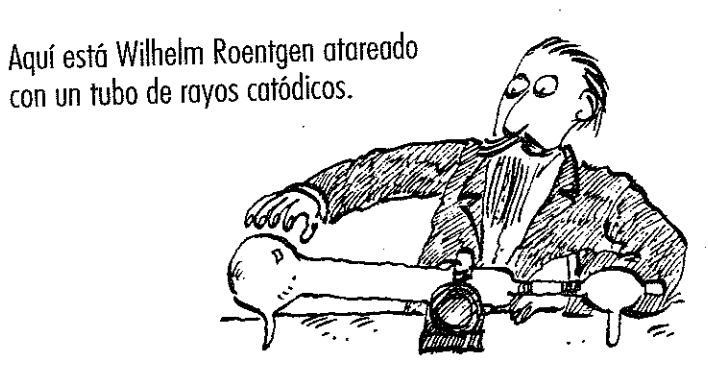
Viajemos ahora hacia delante en el tiempo para asistir al descubrimiento de un nuevo e increíble rayo...



En busca de la radiactividad

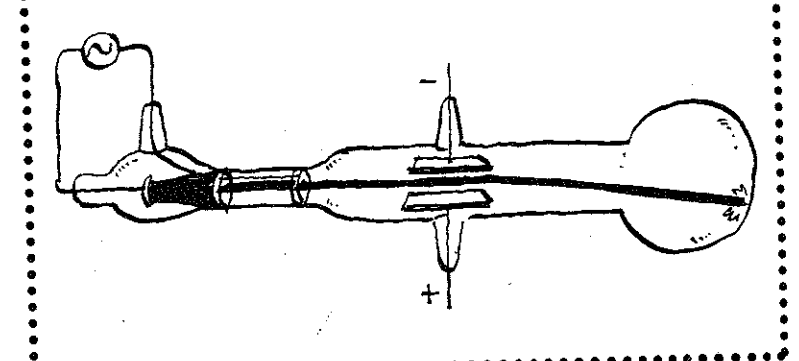
Segunda parte: Alemania, 1895

Aquí está Wilhelm Roentgen atareado con un tubo de rayos catódicos.



Un tubo de rayos catódicos viene a ser algo así como una compleja pistola de rayos. Suele ser de cristal y dispara rayos de electrones. Pero en esta época nadie sabe aún en qué consisten los rayos. Algunos científicos creen que son haces de átomos o moléculas.

El extremo del tubo está revestido de pintura luminiscente (eso que hace brillar la esfera de los relojes en la oscuridad) y el haz de electrones forma allí un punto de luz. Si desvías el haz, puedes crear una imagen. (Así es como funciona la televisión.)



Wilhelm está observando qué sucede al disparar el tubo de rayos cuando, de pronto, advierte que éstos forman una pantalla en el otro extremo de la habitación. «¡He descubierto un nuevo tipo de rayo —dice alborozado—. Los llamaré rayos X, pues en realidad no sé qué son!»

Wilhelm observa que los rayos pasan a través de los objetos ligeros, pero no de los pesados, y decide tomar una fotografía de la mano de su esposa con los rayos X.



Al revelarla, se distinguen todos los huesos, además del anillo de casada.

El eslabón perdido

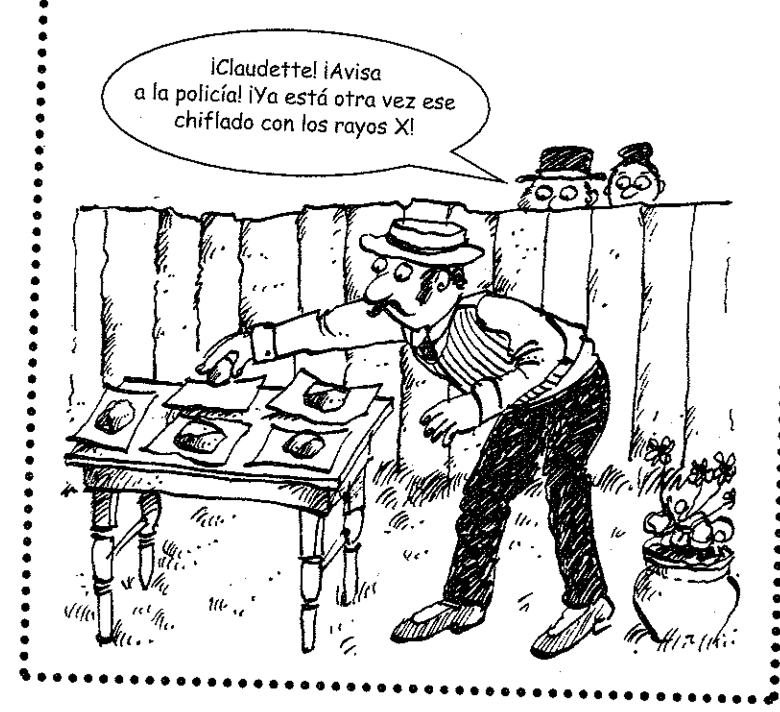
Los científicos quedaron asombrados por los rayos X y se apresuraron a investigar si sería posible generarlos sin necesidad de un tubo de rayos catódicos.

Avancemos un poco más en el tiempo hasta el año siguiente para descubrir cómo el estudio de los rayos X condujo a un increíble descubrimiento acerca del uranio.

En busca de la radiactividad

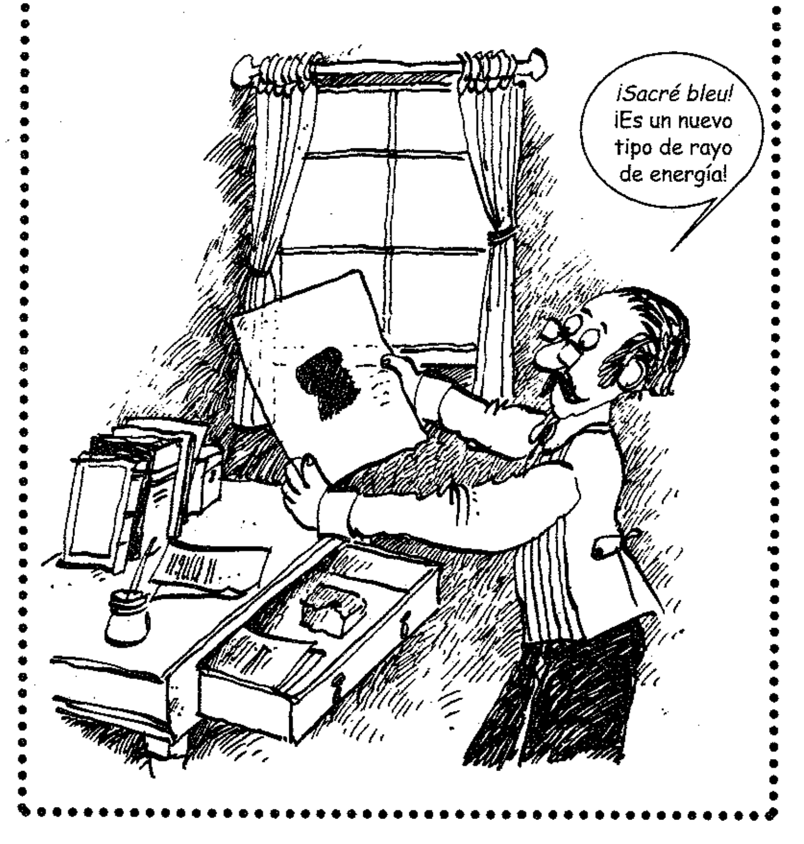
Tercera parte: París, 1896

Este señor es Antoine Becquerel, un científico francés muy interesado en los rayos X. Se ha propuesto generarlos sin tener que recurrir a un tubo de rayos catódicos. ¿Cómo? Colocando guijarros de uranio sobre una película fotográfica expuesta al sol en el jardín. Luego envía la película a revelar para ver si se han emitido rayos. (En ese caso, se habrá empañado la película.)



Pero hoy hace mal tiempo. De hecho, hace un par de semanas que está nublado y llueve. (¡Parece más Inglaterra que Francia!) Becquerel está decepcionado, ya que intenta descubrir qué le ocurrirá al uranio si lo expone al sol. Ante tan adversas condiciones meteorológicas, lo guarda todo en un cajón.

Pero por alguna extraña razón, se le ocurre revelar la película sin exponerla al sol. ¡Imagina su sorpresa al observar que el uranio ha dejado una marca!



Sé un científico nuclear

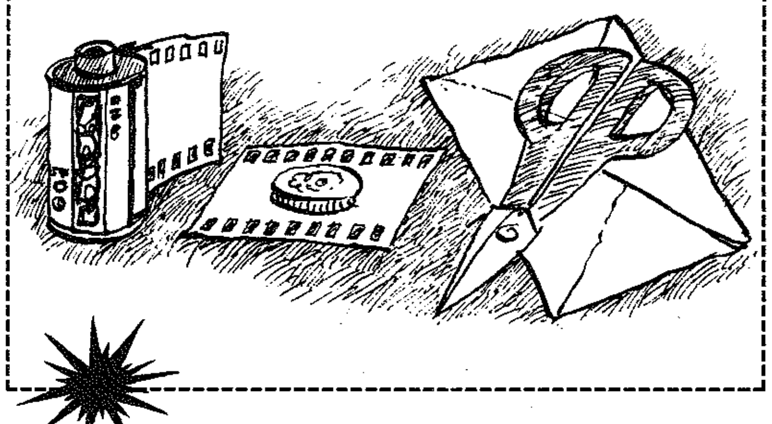
MIRA CÓMO EL URANIO DEJA MARCA EN LA PELÍCULA FOTOGRÁFICA

Las fotografías son imágenes impresas en una película gracias a un compuesto de plata que se oscurece bajo la exposición a la luz, los rayos X o la radiación. Cuando las llevas a revelar, te entregan los negativos. Son las imágenes reales que han quedado impresas en la película. Si las miras a trasluz, verás que el cielo siempre aparece muy oscuro, a causa de la luz que ha incidido en el compuesto de plata.

Ahora descubrirás qué aspecto tenía la película de Becquerel usando energía en lugar de radiación.

MATERIAL NECESARIO

- habitación en penumbra
- moneda u otro objeto pequeño redondo
- rollo nuevo de película fotográfica
- tijeras
- ¡permiso de tus padres para arruinar una película!



PROCEDIMIENTO

1 Apaga la luz de la habitación. La película no debe quedar expuesta a la luz.

2 Con las tijeras corta un trozo pequeño de película del extremo del rollo.

3 Pon la moneda sobre la película.

4 Enciende la luz y espera un minuto.

5 Apágala de nuevo y mete el trocito de película en un sobre opaco, a ser posible de cartulina.

6 Lleva el trozo de película a una tienda de revelado, y si no quieren revelar una sola fotografía, tal vez algún amigo o profesor sepa hacerlo.

¿QUÉ OCURRE?
Al revelar la foto, aparecerá el círculo que ha dejado la moneda. El área debajo de la moneda no estuvo expuesta a la luz y no se alteró. El negativo es idéntico al que realizó Becquerel con el uranio.



Ahora hemos dado un salto de dos años en el tiempo. Alguien está a punto de descubrir qué son estos rayos...

En busca de la radiactividad

Cuarta parte: París, 1898

Seguimos en Francia. Ésta es Marie Curie, una de las científicas más famosas de la historia. Ella y su marido, Pierre Curie, están investigando los rayos de uranio de Becquerel.



Los Curie los han bautizado como «radiactividad». Entonces, Marie hace un espectacular descubrimiento...




El uranio suele estar mezclado con otros minerales en las rocas. Marie lo ha extraído de una llamada «pecblenda», pero observa que, en la pecblenda, hay algo más que emite una radiación más poderosa si cabe que el uranio. Tras años de trabajo, ella y Pierre consiguen por fin separar este nuevo elemento...



Los riesgos de la radiactividad ....

Al igual que los rayos X, la gente creía que el radio era genial. En la oscuridad despedía un fascinante brillo azulado. Se utilizaba para construir relojes luminosos; se añadía a baños de sal para curar el dolor, e incluso en la elaboración de pasta dentífrica para blanquear los dientes. Lo que no se decía en la etiqueta era que si se usaba durante mucho tiempo... ¡te quedabas sin dentadura!

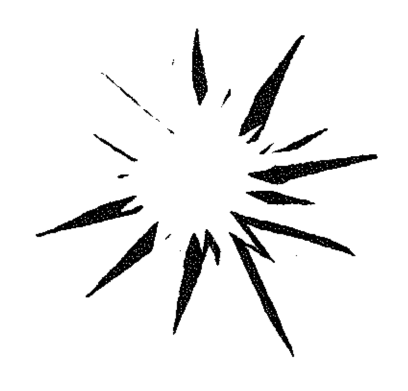
Hoy sabemos que la radiactividad es muy peligrosa, tanto que puede matar. Marie Curie falleció a causa de sus efectos después de trabajar con ella durante años. Pero hasta su muerte nadie fue capaz de verificar sus fatídicas propiedades.

¿Cómo ayudó el descubrimiento de la radiactividad a saber más cosas acerca del núcleo del átomo?

Bien, Marie Curie estaba convencida de que la radiactividad procedía de los átomos de uranio o radio. Aquella conclusión causó una encendida polémica entre los científicos. ¿Cómo era posible que los átomos emitieran tanta energía?



El problema era que si los átomos podían fisionarse en pedacitos más pequeños, los investigadores tendrían que cambiar todas sus teorías. En realidad, algunos apenas estaban convencidos de su existencia, y precisamente ahora que la idea empezaba a persuadirlos, los obligaban a modificar de nuevo sus planteamientos. Así pues, las ideas de Marie Curie no eran muy populares, aunque lo cierto es que tenía razón.

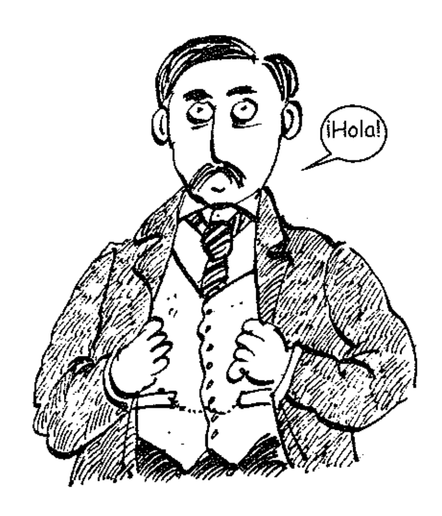


EL NÚCLEO

Cuando se descubrieron los electrones, los científicos pensaban que los átomos debían de ser algo así como un *plum cake*, con los electrones pegados como pasas de Corinto alrededor de la esfera del átomo.



Ahora ha llegado el momento de conocer al hombre que los hizo cambiar de idea: Ernest Rutherford.



Rutherford había sido granjero y molinero en Nueva Zelanda antes de viajar a Inglaterra, en 1895, para estudiar. Allí trabajó con Joseph Thomson, quien dos años antes había descubierto la existencia de los electrones. Luego, Rutherford decidió dedicarse a la radiactividad.

En las emisiones radiactivas del uranio identificó dos tipos de rayos, a los que llamó «alfa» (la A en el alfabeto griego) y «beta» (la B). Los rayos alfa no eran muy poderosos y apenas eran capaces de pasar a través del papel, mientras que los beta eran capaces de atravesar el metal. Asimismo, Rutherford observó que los rayos estaban formados de partículas, igual que los rayos de electrones.

En busca de la radiactividad

Quinta parte: Estados Unidos, 1898

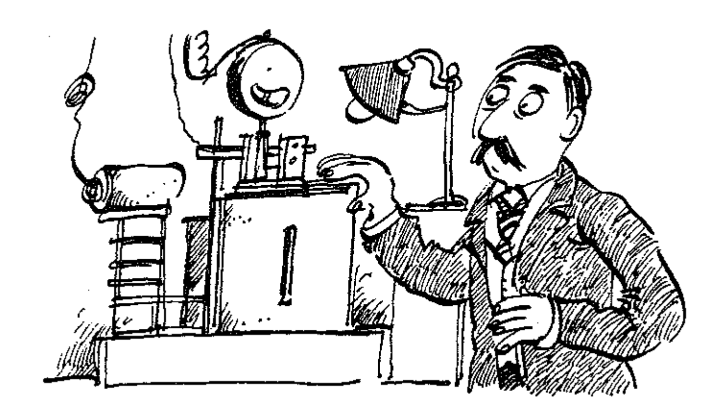
Rutherford ha recibido un considerable suministro de radio, muy caro por cierto, y ha conocido a Frederick Soddy. Los dos deciden trabajar juntos. Acaban de descubrir algo extraordinario. A medida que un elemento radiactivo va emitiendo radiación y consumiéndose, ¡se transforma en otro elemento!



Esto lleva a Rutherford a pensar que la radiactividad está formada por pedacitos de átomo, que a medida que va emitiendo radiación encoge y se transforma en otro tipo de átomo. ¿Qué ocurrió cuando Rutherford lo comentó a sus colegas?



Disgustado por la reacción de la comunidad científica, en 1907 Rutherford viaja a Manchester, donde realiza uno de los descubrimientos más importantes de todos los tiempos. Proyecta un haz de radiación alfa sobre una lámina de oro. (Como el papel de aluminio que usas para envolver el pollo a l'ast, pero muchísimo más fina.)



¡El resultado es increíble! La mayor parte de la radiación alfa atraviesa la lámina, exactamente lo que Rutherford esperaba que ocurriera. Ahora bien, lo que ya no había previsto es que algunas partículas radiactivas rebotaran.

Tardaría un año en averiguar la causa de aquel fenómeno. Intentó adivinar lo que ocurría cuando una partícula de radiación alfa incidía en los átomos de oro... «Imagina que un ladrón echa a correr después de robar un banco. La policía ha bloqueado la carretera, pero no hay suficientes agentes como para formar una fila de un lado a otro. Si el ladrón consigue pasar por un hueco, escapa. Pero si impacta con un policía, lo capturan.»

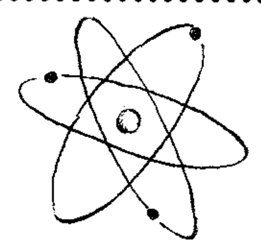
Esto es lo que le ocurría a la radiación alfa. Rutherford verificó que había grandes huecos entre el núcleo de los átomos. Una buena parte de la radiación podía pasar, pero la que colisionaba con un núcleo, rebotaba.

Esto significa que:

- los átomos tienen un núcleo diminuto rodeado de enormes órbitas de electrones.
- el centro del átomo tiene la misma carga eléctrica que la radiación alfa.
  Los polos iguales de dos imanes se repelen; no conseguirás pegarlos por mucho que lo intentes. Lo mismo sucede con dos cargas eléctricas.

Rutherford ganó el Premio Nobel gracias a aquel asombroso descubrimiento. Asimismo, identificó los dos tipos de radiación. La radiación alfa es un fragmento desgajado del núcleo y está formado por dos neutrones y dos protones, mientras que la radiación beta, por su parte, está formada por electrones de alta velocidad.

¿Recuerdas que los protones tienen una carga eléctrica positiva? Pues bien, la radiación alfa tiene esa misma carga a causa de los protones. De ahí que Rutherford descubriera que el núcleo del átomo debe tener una carga igualmente positiva.





Sé un científico nuclear
REPITE EL EXPERIMENTO DE RUTHERFORD

Ahora tienes la oportunidad de verificar el experimento de Rutherford con unos cuantos bolos.

MATERIAL NECESARIO

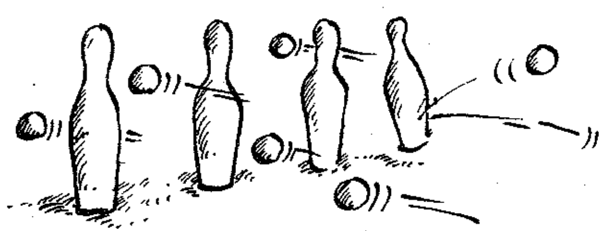
- bolos (o tarros, botellas, etc.)
- pelotas de ping-pong (o cualquier objeto similar)

PROCEDIMIENTO

1 Alinea los bolos dejando un espacio entre ellos. Son los núcleos de los átomos. Preferiblemente hazlo al aire libre.
2 Lanza las pelotas hacia los bolos. Son la radiación.

¿QUÉ OCURRE?

La mayoría de las pelotas pasan entre los bolos-núcleos, pero algunas rebotan. Esto es precisamente lo que descubrió Rutherford.

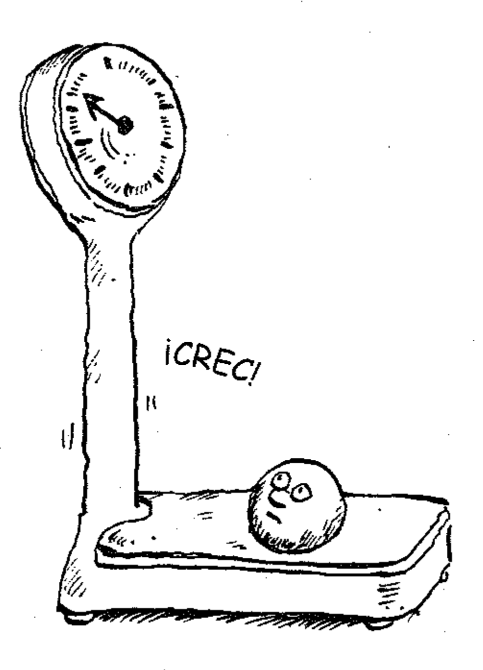


Si imaginas un átomo como el estadio de Wembley, el núcleo tendría el tamaño aproximado de un granito de sal. Figúrate, pues, la gran cantidad de radiación que pasa a través y la poquita que colisiona con el minúsculo núcleo y rebota.

Átomos con problemas de peso ....

Así pues, Rutherford había demostrado que los átomos tenían un núcleo diminuto formado por diferentes partículas y electrones orbitando a su alrededor. También había descubierto que los átomos se podían fisionar. A decir verdad, en ocasiones incluso lo hacen por sí solos. Pero ¿cómo?

La radiactividad se produce cuando hay más partículas en el núcleo de las que debería. Este peso adicional lo hace inestable, de manera que si no se siente cómodo con semejante obesidad, a menudo se divide.



Sé un científico nuclear

CONSTRUYE UN NÚCLEO INESTABLE

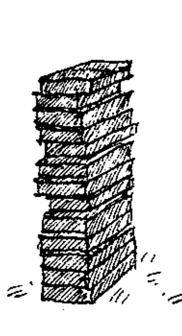
Jugando al dominó comprenderás por qué el tamaño hace inestable el átomo.

MATERIAL NECESARIO

- fichas de dominó o bloques de construcción
- canica o pelota pequeña

PROCEDIMIENTO

1 Apila unas cuantas fichas formando una torre.
2 Haz rodar la canica hacia ella.
3 Añade más y más fichas y haz rodar la canica.
4 Apila todas las fichas que puedas y, una vez más, haz rodar la canica.





¿QUÉ OCURRE?

Cuando la torre es baja, la canica no consigue desmoronarla, pero a medida que va ganando altura, cada vez es más fácil. Y si consigues apilar un número suficiente de fichas, la torre incluso se derrumbará sola.

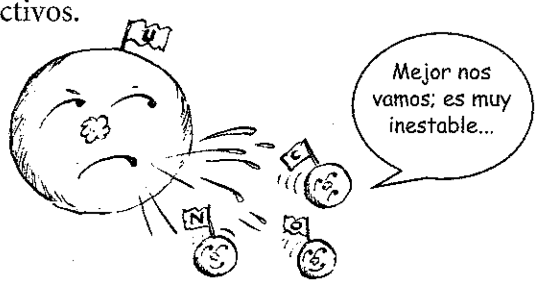
Datos sobre la radiactividad

En algunos átomos, los neutrones y los protones no se acoplan correctamente. Esto hace que el núcleo sea inestable y que el átomo emita radiación, intentando recuperar la estabilidad. Se puede producir de dos maneras diferentes:

- El átomo puede disparar dos protones y dos neutrones. Es la radiación alfa.
- El átomo puede transformar un neutrón en un protón y disparar una diminuta partícula beta del tamaño de un electrón. Es la radiación beta.

Y también existen dos tipos de átomo radiactivo:

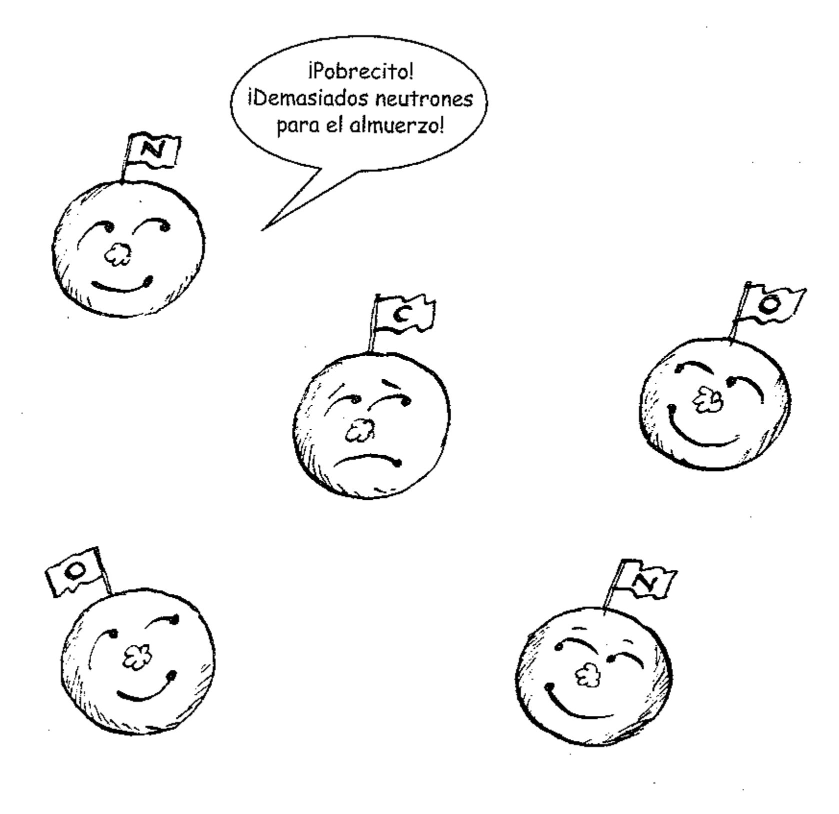
1 Átomos extragrandes. Son siempre inestables y radiactivos.



Veamos algunos ejemplos de átomos gigantes:

- Radio. El primer elemento radiactivo descubierto. Un tipo de radio tiene 88 protones y 138 neutrones.
- Uranio. El uranio que se usa como combustible en las centrales eléctricas tiene 92 protones y 143 neutrones.
- Plutonio. Es el más letal de todos los átomos. Un tipo de plutonio se utiliza en la fabricación de armas nucleares. Tiene 94 protones y la asombrosa cifra de 145 neutrones.

2 Versiones poco frecuentes de átomos más pequeños también pueden ser radiactivas.
Por ejemplo, un átomo de carbono tiene, por regla general, 6 protones y 6 neutrones en el núcleo. Pero existe un tipo mucho más raro de 6 protones y 8 neutrones. Los neutrones adicionales lo hacen inestable y radiactivo... ¡y no demasiado popular entre sus amigos!



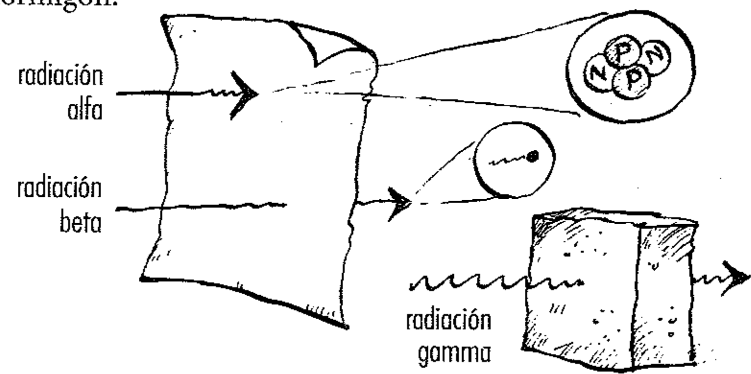
Esta tipología de átomos adquieren mayor estabilidad convirtiendo a uno de sus neutrones en protón y emitiendo una partícula beta.

Si el número de protones en el núcleo de un átomo cambia, se transforma en otro tipo de átomo. De manera que cuando el carbono radiactivo dispara una partícula beta y uno de sus neutrones se convierte en protón, acaba con 7 protones y 7 neutrones. Ha dejado de ser carbono; se ha transformado en nitrógeno.

¡Fiuuu!

¡Atención! ¡Radiación extremadamente peligrosa!

La radiación alfa no es muy poderosa. Basta una hoja de papel para detenerla. La radiación beta es un poco más potente. Pero existe un tercer tipo de radiación que Rutherford no conocía. Es la «radiación gamma», que no está formada por partículas del núcleo, sino por ondas de energía, como los rayos X. Viaja a gran velocidad y es capaz de atravesar gruesas planchas de plomo o muros de hormigón.



En realidad, la radiación alfa y la radiación beta sólo son peligrosas si penetran en el organismo, mientras que la radiación gamma puede atravesar tu cuerpo y hacerte enfermar. Y si la radiación es excesiva, la muerte es inevitable.

Convertir el plomo en oro ....

Durante miles de años la gente soñó con la posibilidad de transformar metales baratos, como el plomo y el hierro, en oro. Estas personas eran los «alquimistas», eternamente abocados junto a un horno y mezclando innumerables ingredientes de extrañas recetas con el fin de fabricar oro.



Nunca dio resultado. Incluso el gran científico Isaac Newton decidió probar suerte, pero lo único que consiguió fue enfermar a causa de las sustancias químicas utilizadas. Más tarde, durante la Primera Guerra Mundial, a Rutherford se le ocurrió una idea.



En efecto, Rutherford realizó su primer experimento con nitrógeno. Lo bombardeó con partículas alfa y una parte de los átomos de nitrógeno se fisionaron, emitiendo átomos de hidrógeno. ¡Había descubierto la fisión nuclear deliberada!

Pero ¿y del oro? Por desgracia para los alquimistas, Rutherford observó que fabricar oro a partir de cualquier otro metal no era fácil. Hay que tomar un átomo más pesado que el oro y desgajar la cantidad precisa de protones y neutrones del núcleo. Se puede hacer, pero hay un problema.



Mucha gente pensó que si, en realidad, la fisión atómica no permitía fabricar oro, ¿para qué obstinarse? Pero afortunadamente apareció Albert Einstein.

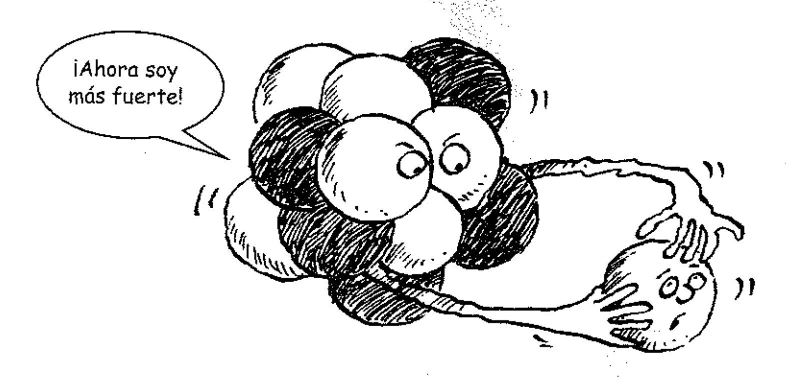


¿Se puede obtener energía a partir de la fisión atómica?

Einstein tenía razón. Aunque no todos los átomos liberaban energía durante la fisión, algunos sí lo hacían. Al dividirse, los dos nuevos átomos resultantes eran un poquito más ligeros que el original. El peso (o masa) que desaparecía se transformaba en energía.

La energía es indispensable para impulsar automóviles, barcos y aviones, y también para producir electricidad. Ahora, descomponer los átomos en otros más pequeños permitía obtener toda la energía deseada. Sólo había dos inconvenientes:

1. En ocasiones, al disparar partículas en un átomo, como lo hizo Rutherford, el núcleo las absorbe y aumenta de tamaño.



2. Los únicos átomos que liberan energía al fisionarlos son algunos de los más grandes y radiactivos. Y como sabemos, ¡la radiactividad es aterradora!

No obstante, en 1932, Otto Hahn y Fritz Straussman lograron fisionar un tipo especial de átomo de uranio, dividiéndolo en dos, y demostrar que liberaba energía. Ello los hizo acreedores al Premio Nobel, y a partir de aquel momento los investigadores empezaron a trabajar en el uso de la energía atómica para la producción de electricidad.



Y POR ÚLTIMO... ¡DIVIDE UN ÁTOMO!

¿Estás preparado para dividir un átomo? Sabemos que...

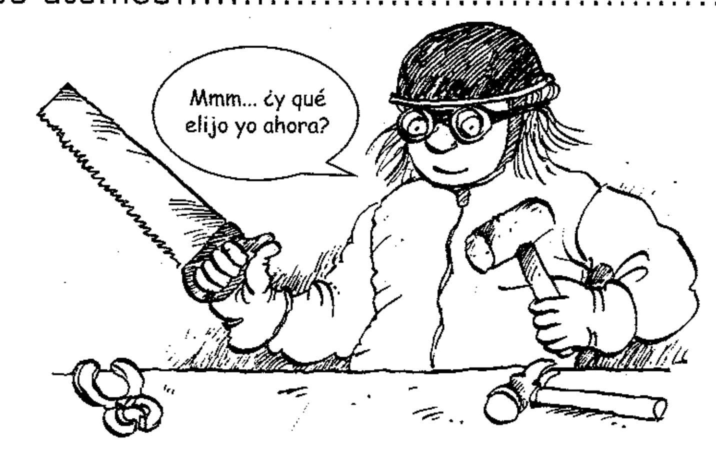
 **P**ara dividir un átomo en dos hay que romper el núcleo.

 **L**a razón por la cual podríamos desear fisionar un átomo es la producción de ingentes cantidades de energía.

 **N**o todos los átomos son susceptibles de fisión; sólo los radiactivos. Uno de los más empleados es el «mortal» uranio.

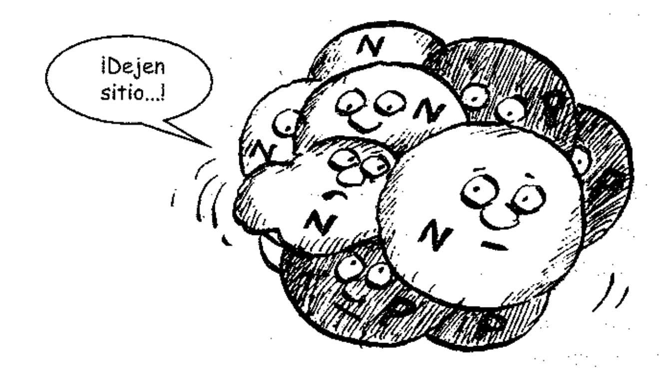
Fisionar átomos es muy, pero que muy peligroso. Pero si aun así quieres hacerlo, ¡adelante!

Primer paso – Busca algo para dividir los átomos



¡No! ¡Un serrucho no! Para fisionar átomos debes bombardearlos con algo más pequeño que el núcleo. Si es más grande, sólo conseguirás impulsarlos, pero no dividirlos.

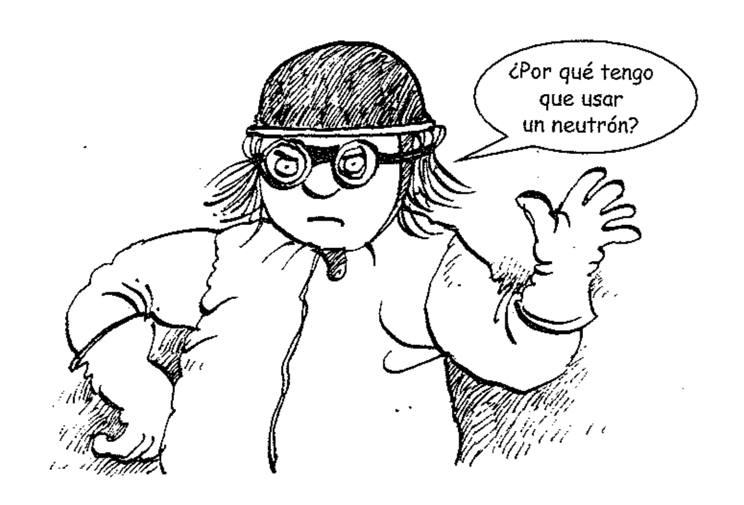
Cuando la partícula que incide en el núcleo es más pequeña, penetra entre los protones y los neutrones. ¡Esto disgusta muchísimo a los protones y neutrones! ¿El resultado? Se separan.



Existen tres partículas más pequeñas que el núcleo. ¿Cuál crees que deberías usar para fisionar un átomo?

- A. ¿Electrón?
- B. ¿Neutrón?
- C. ¿Protón?

La respuesta correcta es la B. Para fisionar un átomo hay que bombardear el núcleo con neutrones.



Los electrones no se pueden utilizar, pues son demasiado pequeñitos. Por su parte, los protones son más grandes y podrían conseguirlo de no ser por nuestra vieja amiga la atracción electromagnética.

Sé un científico nuclear

CON PROTONES NO VAMOS A NINGUNA PARTE

Los protones tienen una carga eléctrica positiva y los neutrones carecen de carga eléctrica. En este experimento puedes ver lo que sucedería si dispararas un protón cargado positivamente a un núcleo saturado de cargas positivas.

MATERIAL NECESARIO

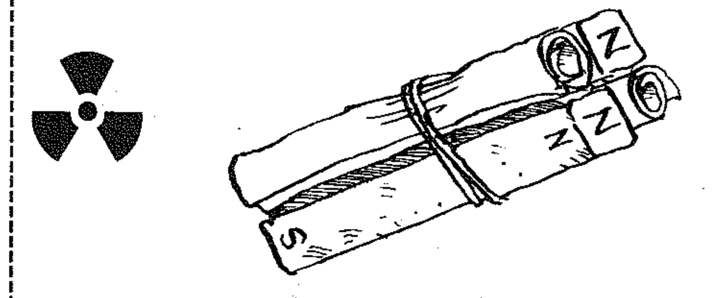
- 3 imanes
- rollos de papel del mismo tamaño que los imanes
- una goma elástica



PROCEDIMIENTO

1 Marca los extremos de los imanes que tengan el mismo polo. Puedes hacerlo observando si se atraen o repelen. Si dos polos se repelen, tienen la misma carga magnética.

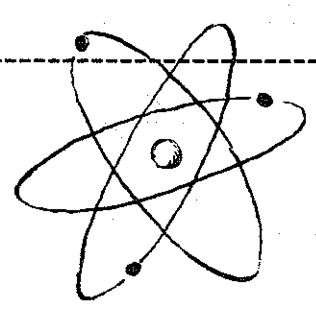
2 Pon dos imanes y dos rollos de papel tal y como se indica en la figura y sujétalos con una goma elástica. Comprueba que los polos marcados están en el mismo extremo. Éste será el núcleo.



3 Sostén el núcleo en una mano, con los polos marcados hacia ti, e intenta insertar el extremo marcado del otro imán en el núcleo.

¿QUÉ OCURRE?

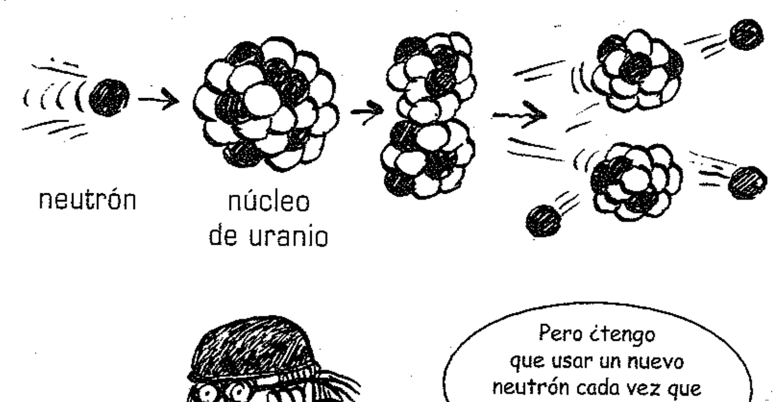
No podrás. El imán tiene la misma carga que los imanes enrollados.

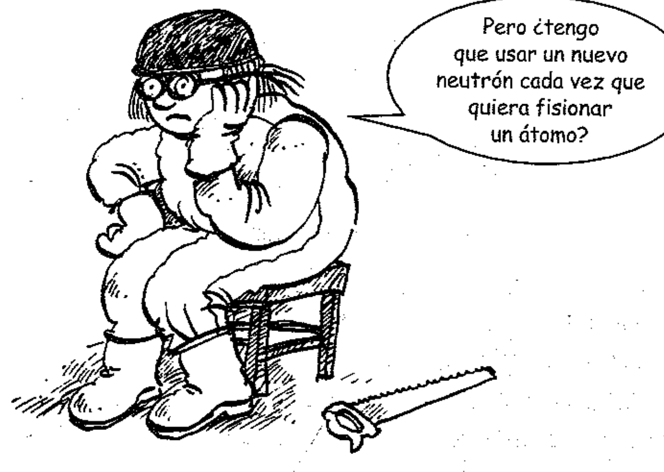


Sin carga

Un protón nunca conseguiría fisionar un átomo, ya que tiene la misma carga que los protones del núcleo. Se repelerían. Los neutrones, en cambio, no tienen carga eléctrica.

Cuando se dispara un neutrón a un núcleo de uranio con una fuente de neutrones, el núcleo lo captura e intenta dejarle espacio, pero es en vano. No cabe, no puede soportar el neutrón adicional y se encoge por el centro. Luego se divide en dos. Cada mitad sale impulsada a una velocidad vertiginosa.





De no intervenir nada más, el proceso de fisión atómica sería complicado. Pero existe algo llamado «reacción en cadena». (¡Ni se te ocurra, vamos!) Se puede utilizar un solo neutrón para fisionar millones de átomos. Para comprender el significado de una reacción en cadena, nos remontaremos en el tiempo.



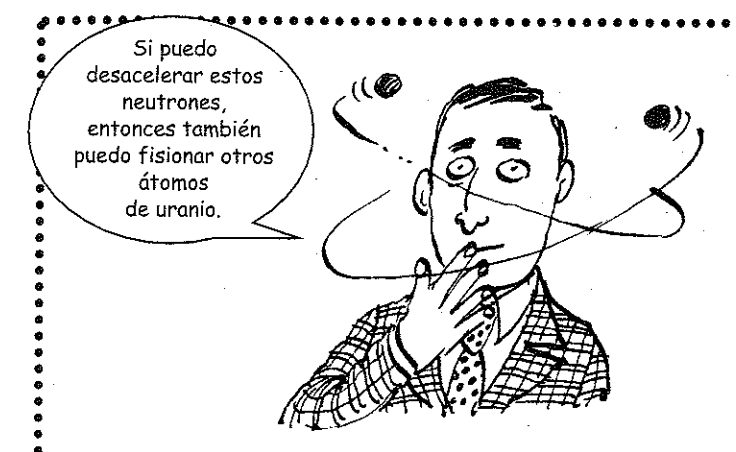
Reacción en cadena
Estados Unidos, 1942

La Segunda Guerra Mundial está en marcha, y científicos norteamericanos están muy interesados en la energía liberada por la fisión atómica...

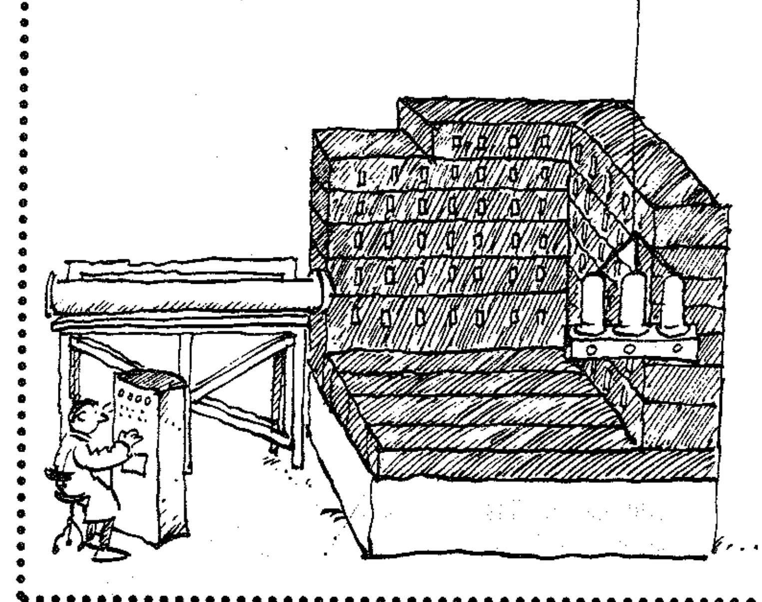
Éste es el investigador italiano Enrico Fermi.



Acaba de fisionar su primer átomo de uranio, transformándolo en dos átomos prácticamente del mismo tamaño: cesio y rubidio. La energía liberada es de 200.000 voltios de electricidad. Pero lo más asombroso de la reacción es que algunos neutrones han salido disparados del átomo fisionado y se mueven incontroladamente.



Enrico concluye que puede frenar su enloquecida carrera haciéndolos rebotar contra otros átomos que no se dividan a causa del impacto. En una pista de squash en desuso en la Universidad de Chicago construye el primer reactor nuclear del mundo (llamado «pila atómica») colocando varios pedazos de uranio en el interior de un recinto de bloques de grafito (una forma de carbono).



Fermi observa que no es necesario bombardear el grafito con neutrones para provocar una reacción en cadena, sino que hay suficientes neutrones extraviados en el aire para desencadenarla. El primer átomo de uranio se fisiona, emitiendo dos neutrones. Los átomos de carbono ralentizan los neutrones y colisionan con otros dos átomos de uranio, los cuales, a su vez, emiten otros cuatro neutrones que impactan en otros cuatro átomos de uranio, y así sucesivamente.

Es la primera reacción en cadena de la historia. ¡La era nuclear ha empezado!

Sé un científico nuclear

PROVOCA TU REACCIÓN EN CADENA

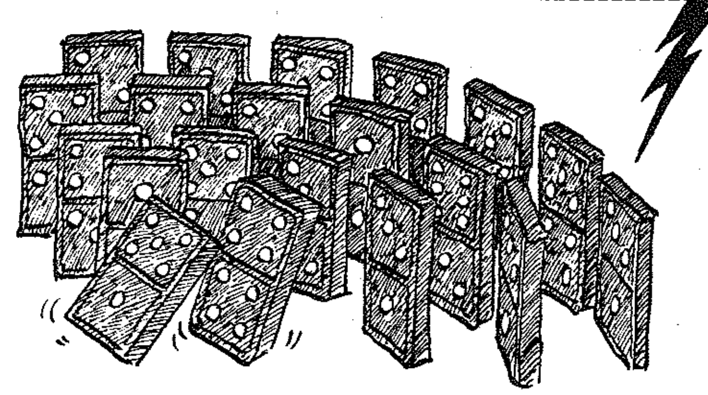
En casa puedes recrear los efectos de una reacción en cadena. Veamos cómo.

MATERIAL NECESARIO

- muchas fichas de dominó

PROCEDIMIENTO

1. Alinea las fichas como en la ilustración, de manera que cada una de ellas esté situada delante de otras dos.
2. Haz caer la primera ficha y observa lo que sucede.

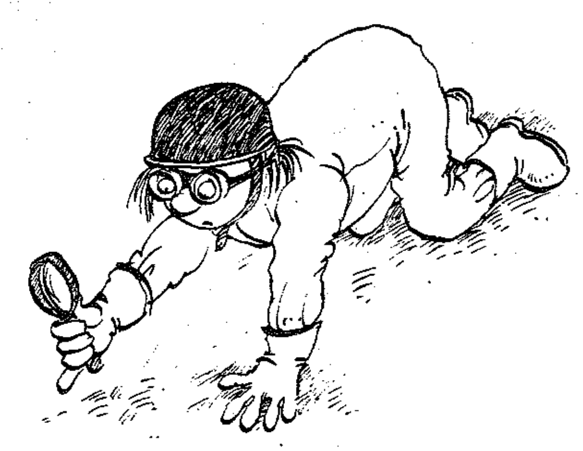


¿QUÉ OCURRE?

Al hacer caer la primera ficha del dominó, cada ficha, a su vez, hace caer otras dos. Es muy similar a lo que sucede cuando fisionas átomos en una reacción nuclear.

No todos los tipos de átomos son capaces de provocar reacciones en cadena. Para producir una reacción en cadena en una central de energía nuclear hay que seleccionar el tipo correcto de átomos.

Segundo paso – En busca de los átomos...



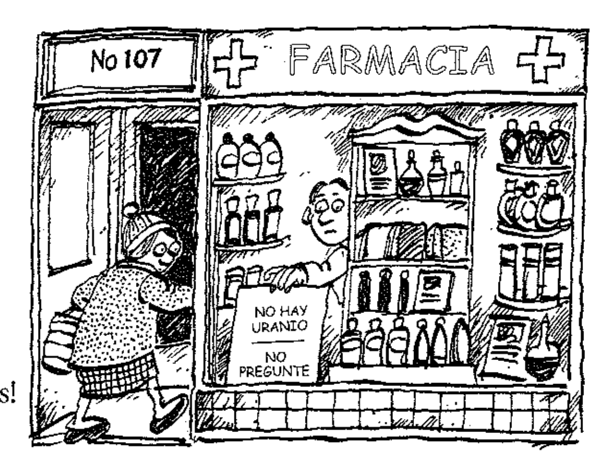
En las centrales nucleares, los átomos que se fisionan suelen ser de un tipo especial de uranio. ¿Recuerdas que podías obtener isótopos de átomos con diferentes números de neutrones en el núcleo? Pues bien, la práctica totalidad del uranio se llama uranio-238. El número indica la cantidad de protones más la cantidad de neutrones en el núcleo.

El uranio-238 tiene 92 protones y 146 neutrones

$$238 = 92 + 146$$

El uranio-238 es radiactivo, pero no se fisiona cuando lo bombardeas con neutrones, sino que los absorbe.

El tipo especial de átomo de uranio que se puede fisionar es el que se conoce como uranio-235. Tiene 92 protones y 143 neutrones. Por desgracia, este tipo de uranio es mucho más raro que el uranio-238, ¡y habida cuenta de su peligrosidad, no se vende ni en las farmacias ni en los supermercados!

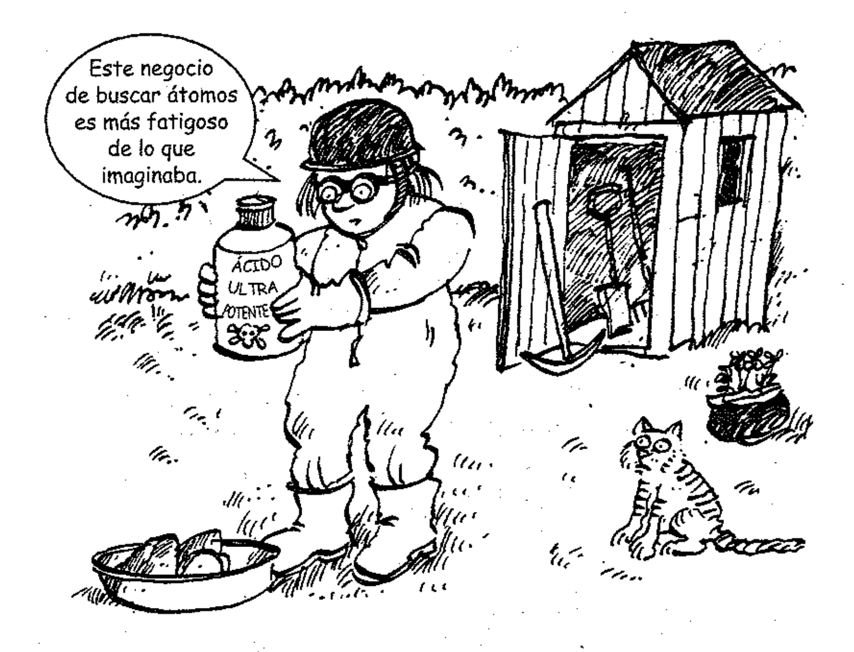


Fermi tuvo que desacelerar los neutrones para provocar una reacción en cadena porque el uranio-238 absorbe fácilmente los neutrones rápidos, mientras que los lentos pueden eludirlo y fisionar el uranio-235.

Pero desde luego, olvídate de salir de excursión y encontrarte una roca de uranio. En realidad, el uranio nunca se presenta en estado puro, sino combinado con otros átomos en las rocas. Una de las más comunes es la pecblenda; otra, la carnotita. La pecblenda abunda en Canadá, Zaire y Estados Unidos. Por su parte, en América del Norte hay varias minas de carnotita, concretamente en Colorado, Utah, Nuevo México, Arizona y Wyoming. Están estrictamente protegidas, y la roca extraída se pesa con cuidado para evitar que nadie la robe. Así pues, es muy difícil encontrar uranio para fisionar a menos que seas un científico especializado en fisión atómica o que trabajes en una central de energía nuclear.



Pero si en alguna hipotética ocasión encontraras pecblenda, deberás extraer el uranio antes de poder fisionarlo. Primero tendrás que triturar las rocas de pecblenda y luego tratar los fragmentos con ácido nítrico y sulfúrico para disolver el uranio.



Los ácidos son sustancias químicas muy potentes y peligrosas cuando no están diluidas, tanto, que algunos son capaces de disolver incluso el cuerpo humano. ¡Quienes lo han probado, no lo han contado!

Para extraer el uranio del ácido, debes utilizar otra sustancia química igualmente poderosa y letal: «hidróxido de sodio». Es un álcali.

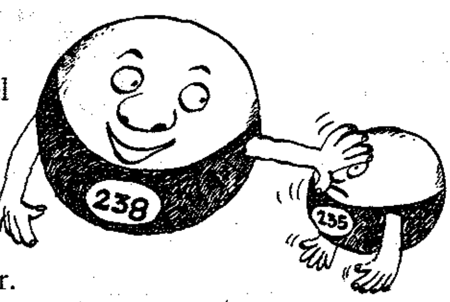
Cuando los ácidos y los álcalis se unen, ocurre algo muy interesante: se anulan entre sí, de manera que el ácido deja de ser un ácido y el álcali un álcali. Cuando se añade el ácido con el uranio disuelto en hidróxido de sodio, ácido y álcali reaccionan. El uranio se presenta entonces en forma de cristales de color amarillo.



Pero hay otra cosa que también tienes que hacer. El uranio que has extraído de la reacción es muy radiactivo, pero no todo es susceptible de fisión. En su mayor parte será uranio-238, que no se puede usar para construir un reactor nuclear. Sólo unos cuantos átomos de la roca de uranio son aptos para la fisión.

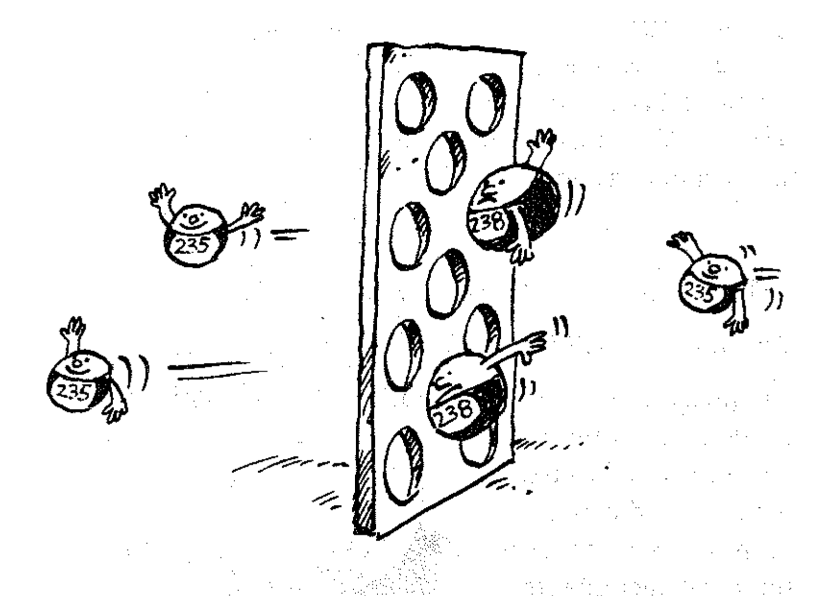
Tercer paso – Selecciona los átomos de uranio correctos

La única diferencia entre el uranio-238 y el uranio-235 reside en el número de neutrones. Los tres neutrones adicionales del uranio-238 hacen de él un metal ligeramente más pesado que su homólogo 235. De ahí que no se puedan separar.



La forma más fácil de hacerlo es transformar el uranio en gas, reaccionando con flúor y formando fluoruro de uranio. Probablemente habrás oído hablar del flúor, un ingrediente de la pasta dentífrica y del suministro de agua corriente que confiere resistencia a la dentición. El fluoruro de uranio es un gas.

Este gas se bombea a través de una especie de rejillas provistas de millones de minúsculos orificios. Los átomos de uranio-235 son un poquito más ligeros que los de uranio-238, de manera que las moléculas del gas pasan por los orificios más deprisa que las de los átomos de uranio-238.



Tras filtrarse a través de miles de rejillas, el uranio resultante tiene más uranio-235 que antes.

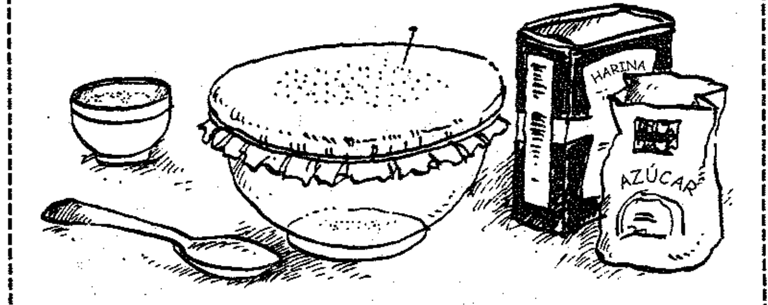
Sé un científico nuclear

SEPARA SUSTANCIAS LIGERAS Y PESADAS UTILIZANDO AGUJEROS

Con este experimento no sólo aprenderás a seleccionar los diferentes tipos de uranio, ¡sino también a camelar a mamá si se te derrama todo por el suelo y dejas la cocina hecha una porquería!

MATERIAL NECESARIO

- cuenco
- harina
- azúcar
- balanza de cocina
- alfiler
- tijeras
- goma elástica grande
- papel antigrasa



PROCEDIMIENTO

1 Recorta un trozo de papel antigrasa lo bastante grande como para cubrir el cuenco.

2 Asegura el papel alrededor del borde del cuenco con la goma elástica, de manera que quede bien tenso.



3 Perfora repetidamente el papel con el alfiler.
4 Pesa una cucharada de harina.
5 Pesa una cucharada de azúcar.
6 Mezcla bien la harina y el azúcar.
7 Echa una cucharada de la mezcla sobre el papel y frótala ligeramente con el dedo.
8 Retira con cuidado el papel y observa lo que hay en el interior del cuenco.

¿QUÉ OCURRE?

La harina es más ligera, y también un poco más fina, lo que le permite pasar por los orificios más deprisa que el azúcar. Si lo repitieras muchísimas veces, conseguirías separar la mayor parte de la harina del azúcar. (En cualquier caso, te recomiendo que no lo intentes; ¡te aburrirás de lo lindo!)



Y sí, en efecto, cuando dispongas de la cantidad suficiente de átomos de uranio, puedes usarlos para desencadenar una reacción nuclear.

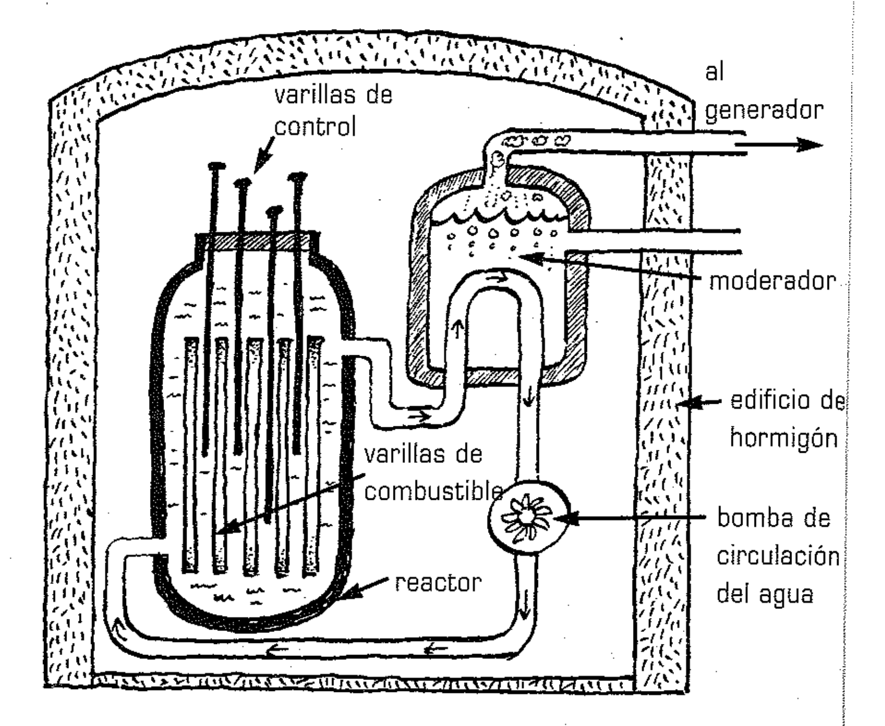
Cuarto paso – ¡Fisiona un átomo!............

Ésta es la lista de la compra que vas a necesitar para construir un reactor nuclear y fisionar átomos.

LISTA DE LA COMPRA PARA MI REACTOR NUCLEAR

- Combustible nuclear (roca de uranio rica en isótopos de uranio-235)
- Pistola de neutrones para dispararlos al uranio
- Un moderador para desacelerar los neutrones
- Varillas de control para interrumpir la reacción en cadena si las cosas se tuercen
- Suministro de agua (y otra fuente de emergencia) para enfriar el reactor
- Un edificio enorme para alojar el reactor

Veamos ahora cómo hay que combinar todos estos ingredientes para construir un reactor de fisión atómica.



(Esto es un reactor por enfriamiento de agua.)



... Por cierto, en el supuesto caso de que no consigas reunir alguno de estos ingredientes indispensables, puedes comprobar lo que ocurre al fisionar un átomo realizando el siguiente experimento.



Sé un científico nuclear

¡FISIONA UN ÁTOMO!

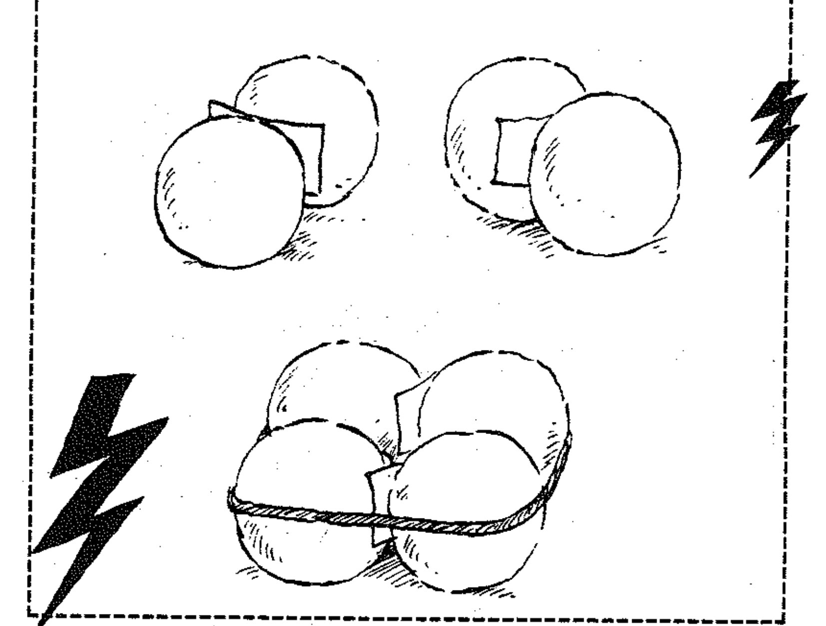
MATERIAL NECESARIO

- 5 pelotas de ping-pong
- goma elástica fina
- cinta adhesiva de doble cara
- ropa gruesa y gafas de seguridad
- martillo, maza o instrumento similar
- ayudante

PROCEDIMIENTO

1 Pega dos pelotas de ping-pong en un lado de la cinta adhesiva y luego haz lo propio con otras dos.

2 Reúne las cuatro pelotas formando un cuadrado y pide a tu ayudante que coloque la goma a su alrededor, como en la ilustración. Ya tienes el átomo.



3 Ahora ponte las gafas y sal al aire libre.

4 Coloca la quinta pelota sobre el átomo de tal manera que quede apoyada en el espacio que queda entre los neutrones y protones. Esta pelota es tu neutrón.

5 Por fin, golpea la quinta pelota con el martillo para introducirla en el átomo.



Los enlaces que mantienen unidos los neutrones y protones se rompen al impulsar el neutrón. ¡El átomo se fisiona!

¡Ahora ya sabes cómo se produce la fisión atómica! ¡Enhorabuena!



POTENCIA NUCLEAR: LOS PROS Y LOS CONTRAS

Dado que las reacciones nucleares son tan rápidas y poderosas, en ocasiones las cosas pueden acabar mal, ¡espantosamente mal! Incluso en el caso de que hayas construido la central más segura del mundo. Se pueden producir verdaderas catástrofes: fatiga del personal encargado del mantenimiento de la central, descuidos... Si no prestas atención a lo que dice en clase tu profesor, la situación puede ser complicada, pero nada más. Pero si una reacción nuclear se descontrola, los efectos pueden ser incalculables.





Three Mile Island Pennsylvania

28 DE MARZO DE 1979

Todo parece estar en orden en la planta nuclear de Three Mile Island. Los operarios están verificando el funcionamiento correcto del reactor. De pronto, una luz roja en un panel. La válvula de una tubería de canalización de agua refrigerante que llega hasta el núcleo del reactor está cerrada, pero el piloto encendido indica lo contrario. Reina el desconcierto.

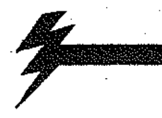
El reactor se recalienta y finalmente se funde. Afortunadamente, casi toda la radiactividad permanece en el interior del edificio del reactor. Los daños son escasos. ¡Pero el reactor está hecho trizas!

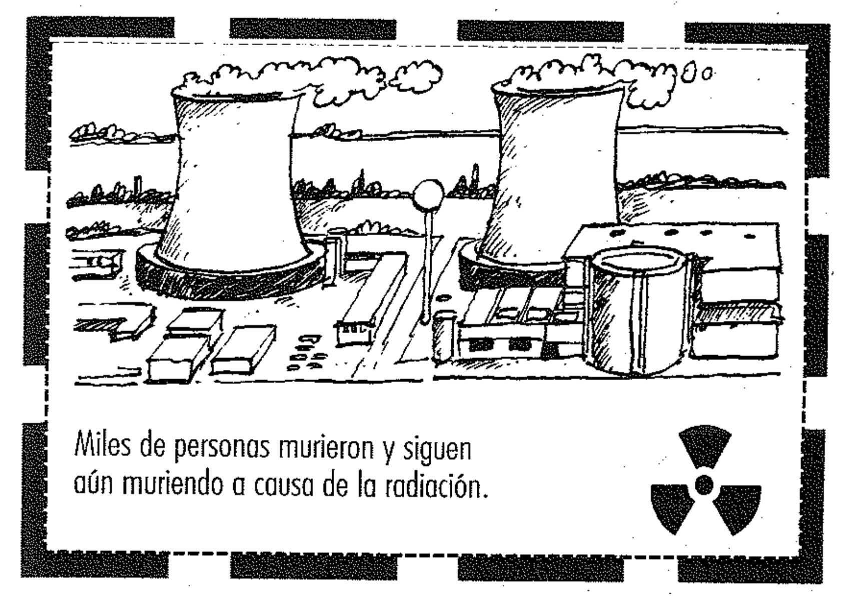
Chernobyl, Ucrania

25 DE ABRIL DE 1986

En la planta nuclear de Chernobyl, en Ucrania, han hecho caso omiso de las advertencias después del desafortunado incidente en Three Mile Island. La central está mal diseñada y no es tan segura como las plantas nucleares de otros países industrializados.

Una vez más, de madrugada, algo falla en el sistema de refrigeración del reactor. Los trabajadores intentan enfriarlo desesperadamente, pero en pocos minutos se produce la reacción en cadena. Ya es demasiado tarde para proceder a un cierre de emergencia. Una colosal explosión agrieta el reactor y destruye el techado del edificio.

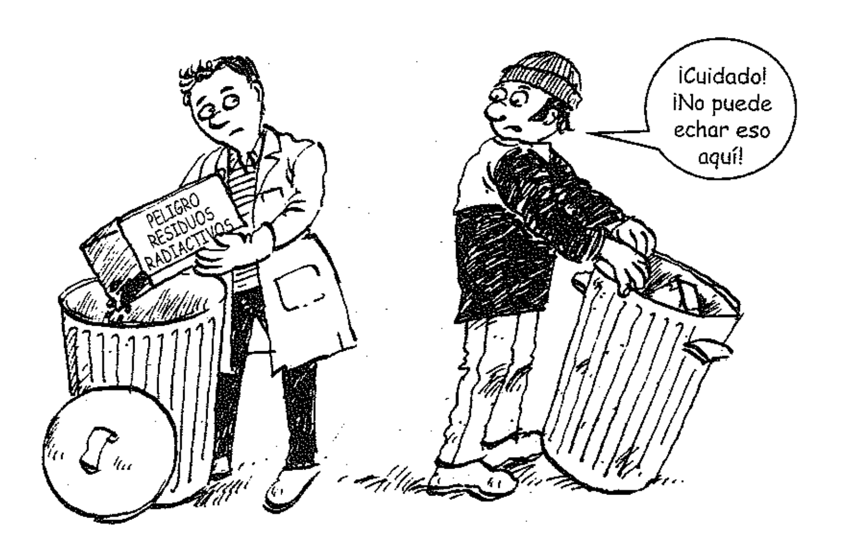




Miles de personas murieron y siguen aún muriendo a causa de la radiación.

Más problemas con la fisión atómica........

¿Qué hacer con los residuos de uranio fisionado? No se pueden echar al cubo de la basura; la radiación es mortal.



Existen tres niveles de residuos:



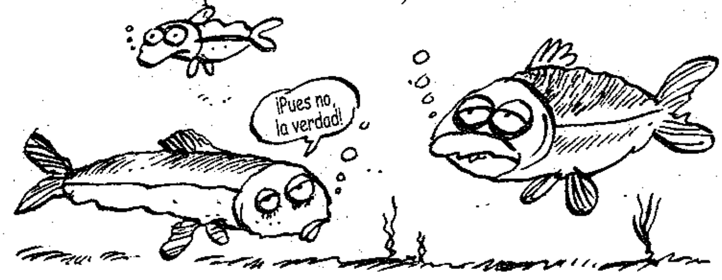
Nivel bajo: papel higiénico, toallitas de papel, cartulina y vestuario de protección que utiliza el personal en la central.



Nivel intermedio: componentes del reactor.

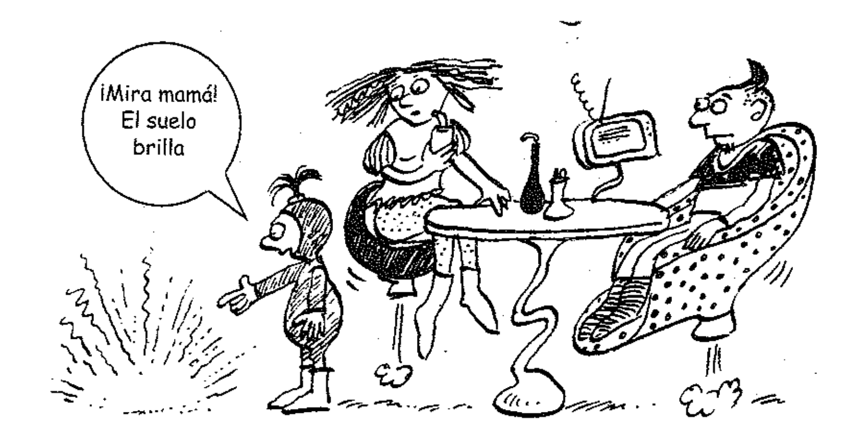
Nivel alto: combustible de uranio consumido.

Los residuos sólidos de nivel bajo se pueden almacenar en zanjas de hormigón, y los residuos líquidos se vierten en el mar. (¡Aunque es posible que los peces no estén muy de acuerdo con este procedimiento!)

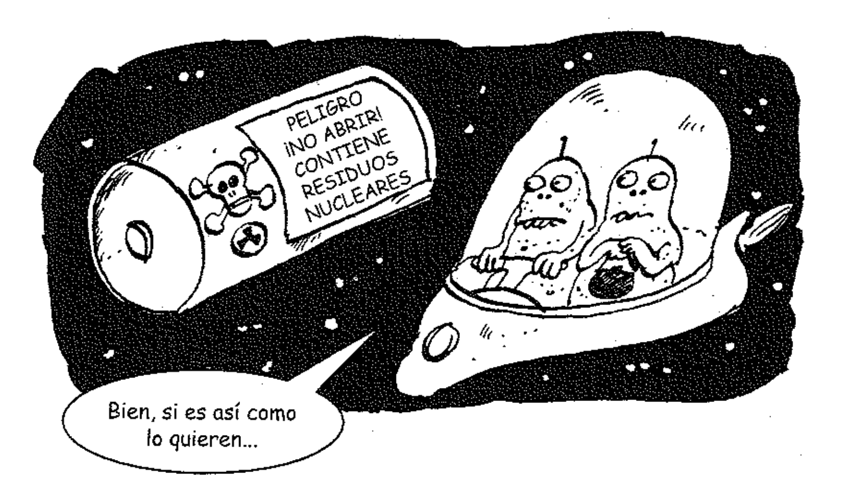


Por su parte, los residuos de nivel intermedio se encierran en hormigón en enormes tanques metálicos herméticos.

Los residuos más peligrosos, de nivel alto, son líquidos. En el Reino Unido, se transforman en grandes bloques de cristal y se almacenan. A medida que va transcurriendo el tiempo los elementos radiactivos se descomponen progresivamente y la radiación se reduce. ¡Pero lo cierto es que los residuos en cuestión seguirán siendo letales durante un millón de años! Lo único que se puede hacer tal vez sea enterrarlos a grandes profundidades con la esperanza de que nuestros futuros descendientes no den con ellos.



Otra posibilidad sería enviarlos al espacio. En efecto, podría ser la respuesta... ¡siempre que no hubiera hombrecillos verdes pululando por ahí!



La única buena noticia es que los residuos nucleares no son muy abundantes. Esto se debe a que, incluso después de haber seleccionado los átomos de uranio más ligeros para la fisión, el uranio restante en la central nuclear continúa siendo principalmente uranio más pesado, y, por lo tanto, imposible de fisionar, aunque, a decir verdad, este uranio pesado también se aprovecha...

Fabricación de plutonio

Cuando se disparan neutrones al uranio-238, que no fisiona, las partículas se limitan a empujar suavemente el núcleo, aunque no por mucho tiempo, ya que el neutrón adicional confiere una mayor inestabilidad aun si cabe al uranio, que se descompone en neptunio. El neptunio también es muy inestable y se descompone rápidamente, transformándose en plutonio, un metal radiactivo extremadamente letal. Finalmente, el plutonio se usa para fabricar armamento nuclear.

Bombas atómicas

Poco después de que los científicos tomaran conciencia de la enorme potencia que podían desarrollar a partir de la fisión atómica en una reacción en cadena, aquel descubrimiento se utilizó para fabricar una nueva y terrorífica arma: la bomba atómica.

Las reacciones en una bomba atómica son idénticas a las que tienen lugar en un reactor nuclear, con la única diferencia de que, en la bomba, no están controladas por un moderador. (Los átomos se fisionan en dos y los neutrones mantienen la reacción en marcha.) Sin embargo, en la bomba la reacción en cadena se produce durante un corto período de tiempo. La temperatura alcanza miles de millones de grados centígrados. (Recuerda que el agua hierve a 100 °C.) La explosión es tan poderosa que las ráfagas de aire supercaliente se extienden en un radio de muchísimos kilómetros, destruyendo todo cuanto encuentran a su paso, y la luz que emite la explosión es tan deslumbrante que provoca ceguera.

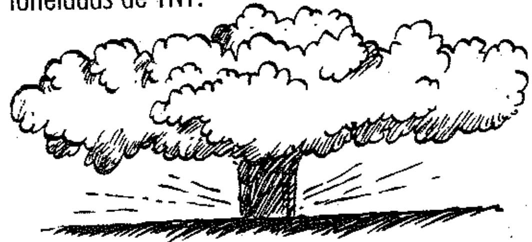
El 16 de julio de 1945, tres años después de la primera reacción en cadena, se realizó un ensayo real en Nuevo México. La reacción en aquel ingenio explosivo duró apenas una millonésima de segundo y liberó ingentes cantidades de energía calorífica. (Si consigues sobrevivir al estallido atómico, recuerda que el envenenamiento por radiación del plutonio es peor que el del uranio.)

Guerra nuclear

Las bombas atómicas sólo se han utilizado dos veces en una conflagración bélica. A finales de la Segunda Guerra Mundial, los norteamericanos soltaron sendos ingenios nucleares sobre dos ciudades japonesas. El objetivo era acelerar el final del conflicto y salvar la vida de miles de soldados.

HIROSHIMA, 6 DE AGOSTO DE 1945

La primera bomba atómica fue de uranio, provocando más de 140.000 víctimas entre muertos y heridos. Fue bautizada con el nombre de Little Boy y tenía una potencia equivalente a 12.500 toneladas de TNT.



NAGASAKI, 9 DE AGOSTO DE 1945

Tres días más tarde del estallido de la primera bomba atómica, los norteamericanos arrojaron otra, esta vez de plutonio, sobre Nagasaki. Cayó a 3 km del objetivo, y aunque su potencia equivalía a 20.000 toneladas de TNT, causó menos víctimas que en Hiroshima.



Fusión nuclear

Las bombas atómicas eran peligrosas, pero hoy en día existen armas nucleares más potentes aun si cabe, basadas en la unión de átomos ligeros, como los de hidrógeno, para conseguir un átomo de mayor envergadura. Este procedimiento se denomina «fusión nuclear», y es el que suministra energía al Sol y las estrellas. Así pues, no es de extrañar que las bombas de fusión nuclear liberen energía equivalente a millones de toneladas de TNT.



Ahora ya sabemos cómo se fisiona un átomo y cómo se usa la energía para fisionarlo. Pero parece demasiado peligroso. ¿Tiene alguna utilidad la fisión atómica?

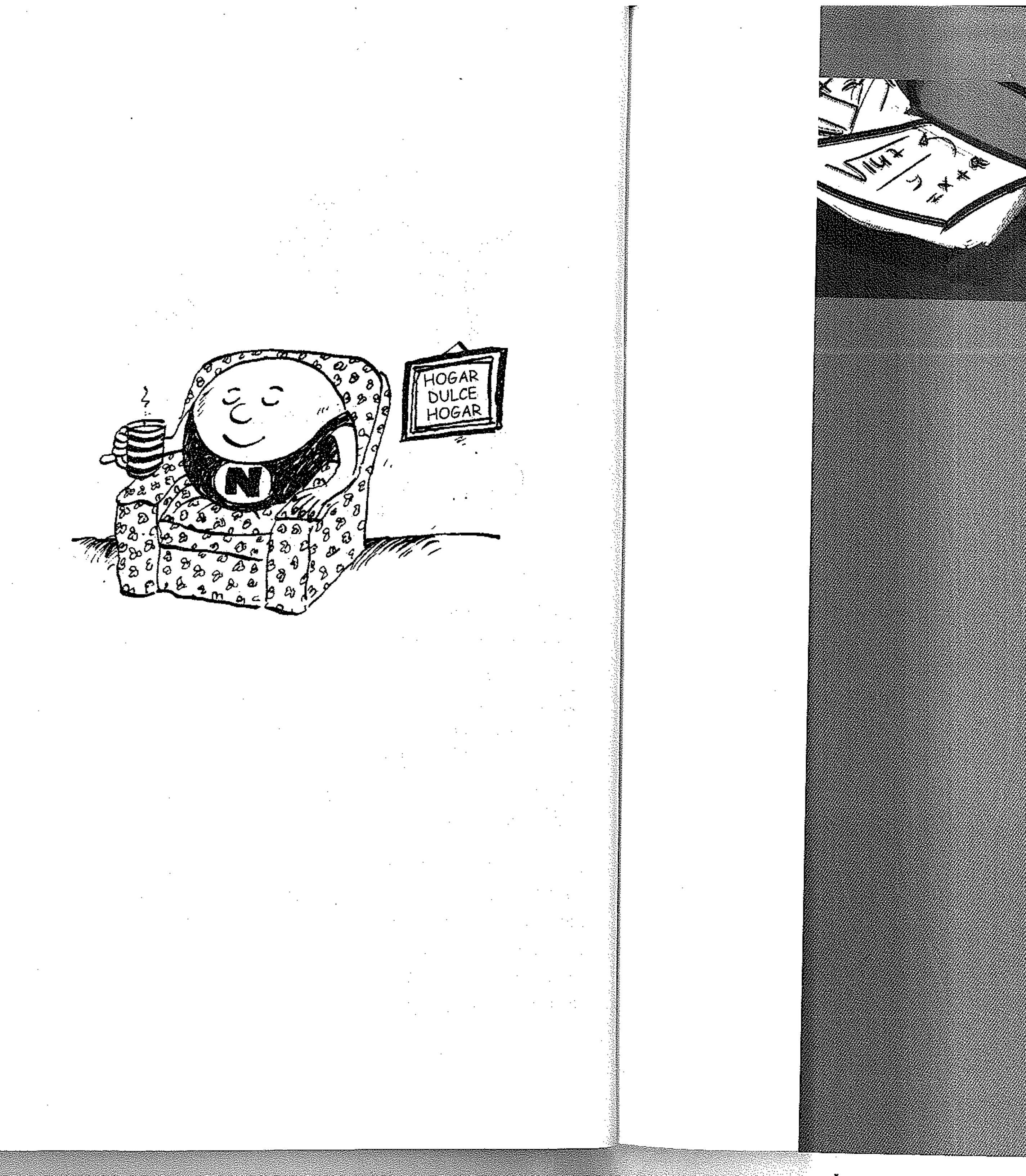
¡Por supuesto que sí! Nos ha ayudado a:

 comprender de qué está formado el universo y cómo funciona;

 construir plantas de energía nuclear para la producción de electricidad, que será, probablemente, nuestra única alternativa cuando otras fuentes de energía, tales como el carbón, el gas y el petróleo, se hayan agotado;

 comprender cómo se unen los átomos en una fusión nuclear.

Por el momento, la fusión nuclear sólo se puede utilizar para fabricar bombas, pero los científicos están intentando descubrir el modo de aprovecharla para construir nuevas centrales. La fusión nuclear podría salvar el mundo cuando se agoten los combustibles naturales. Evitaríamos los residuos y nos proporcionaría toda la energía necesaria.


HOGAR
DULCE
HOGAR